14 . APLICACIONES DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO

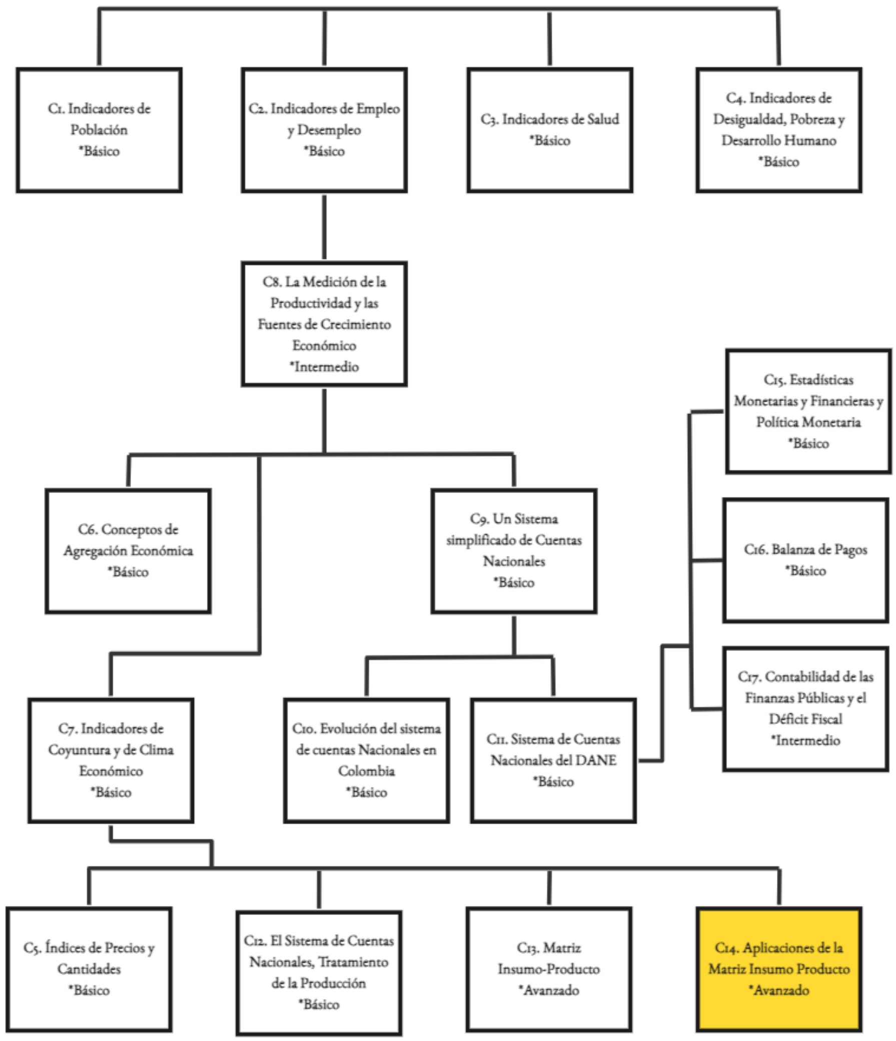
Objetivos del capítulo

Al finalizar este capítulo, el lector estará en capacidad de:

- Aprender a calcular la relación entre los componentes del valor agregado (salarios y ganancias) y las demandas finales con matrices de Leontief.
- Calcular los efectos sobre precios finales de cambios en las remuneraciones de los factores de producción.
- Identificar otros usos posibles de las matrices insumo-producto.
- Entender en qué consiste una matriz de contabilidad social y cómo se construye.

Prerrequisitos: Capítulo 13 (Matriz insumo-producto).

Nivel de matemáticas requerido: avanzado.


C1. Indicadores de Población *Básico
C2. Indicadores de Empleo y Desempleo *Básico
C3. Indicadores de Salud *Básico
C4. Indicadores de Desigualdad, Pobreza y Desarrollo Humano *Básico
C8. La Medición de la Productividad y las Fuentes de Crecimiento Económico *Intermedio
C15. Estadísticas Monetarias y Financieras y Política Monetaria *Básico
C6. Conceptos de Agregación Económica *Básico
C9. Un Sistema simplificado de Cuentas Nacionales *Básico
C16. Balanza de Pagos *Básico
C17. Contabilidad de las Finanzas Públicas y el Déficit Fiscal *Intermedio
C7. Indicadores de Coyuntura y de Clima Económico *Básico
C10. Evolución del sistema de cuentas Nacionales en Colombia *Básico
C11. Sistema de Cuentas Nacionales del DANE *Básico
C5. Índices de Precios y Cantidades *Básico
C12. El Sistema de Cuentas Nacionales, Tratamiento de la Producción *Básico
C13. Matriz Insumo-Producto *Avanzado
C14. Aplicaciones de la Matriz Insumo Producto *Avanzado

Con ayuda de la matriz insumo-producto puede darse respuesta a preguntas como éstas: ¿Cuál es la intensidad de uso de los factores requeridos para la producción de los diferentes artículos? ¿Cómo se afecta la participación de los salarios o las ganancias en el producto a medida que éste crece? ¿Cuáles son los requerimientos de importaciones para mantener o elevar el producto? ¿Cómo cambian los precios de las mercancías cuando se elevan los salarios o las ganancias? Estos problemas se abordan en las tres primeras secciones de este capítulo. En la cuarta sección se analizan las matrices de insumo-producto, coeficientes técnicos y multiplicadores producidas por el DANE como parte del sistema de cuentas nacionales (SCN2008). Finalmente, como una extensión de las matrices insumo-producto, en la última sección se presenta la matriz de contabilidad social, una herramienta que en adición a las cuentas de producción permite incorporar el resto de cuentas y agentes de la economía en el análisis.

14.1 Participación de los factores en el producto

El valor del producto final de una economía es equivalente al total de los valores agregados en todos los sectores productivos. De igual forma, según vimos en el capítulo anterior, el valor de un producto final cualquiera es igual a la suma de los valores agregados, directa e indirectamente, por todos los sectores productivos en la generación de dicho producto. Por consiguiente, el valor final de un producto está compuesto íntegramente por las diferentes clases de valores agregados. La matriz insumo-producto permite establecer cuál es la participación total, directa e indirecta, de cada clase de valor agregado en cada producto final. En aras de la facilidad de exposición, inicialmente consideraremos que sólo hay dos clases de valor agregado (salarios y ganancias). Según se verá, la inclusión de un número mayor de formas de valor agregado no altera las técnicas de análisis.

En el capítulo anterior quedó demostrado que el valor agregado, directa e indirectamente, en la producción final de un sector cualquiera es igual al valor de dicho producto final y que, por tanto,

$$1 = \sum_j f_j r_{ij}$$

donde los r_{ii} son los requerimientos de producción bruta directos e indirectos de cada sector, j, necesarios para obtener un producto final de un peso (\$1) en el sector i, y los f_i son los coeficientes de valor agregado de cada sector. Como esta expresión es válida para todos los productos, puede expresarse también matricialmente así:

$$[1] = \left[I - A^T\right]^{-1} [F]$$

*Los **vectores de coeficientes** de valor agregado muestran cuál es la participación directa de los salarios y las ganancias en el producto de cada sector.*

Ahora bien, cada uno de los coeficientes de valor agregado puede descomponerse en la suma de los coeficientes de salarios y ganancias:

$$f_j = s_j + g_j$$

Por tanto, el vector $\boldsymbol{F}$ puede escribirse como la suma de la vectores $\boldsymbol{S}$ y $\boldsymbol{G}$ de coeficientes de salarios y ganancias, respectivamente [1].

$$\boldsymbol{F} = \boldsymbol{S} + \boldsymbol{G}$$

de donde

$$\checkmark\ \mathbf{1} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} \boldsymbol{S} + \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} \boldsymbol{G}$$

Esta expresión descompone en salarios y ganancias por cada peso de producto final de cada uno de los sectores.

Ejemplo 14.1 - Descomposición del producto final en salarios y ganancias

Según el ejemplo numérico del último capítulo, la igualdad anterior tomaría los siguientes valores (los coeficientes s y g provienen del Ejemplo 13.5):

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.276 & 0.837 & 0.142 \\ 0.460 & 1.395 & 0.237 \\ 0.230 & 0.697 & 1.119 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.20 \\ 0.25 \\ 0.50 \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} 1.276 & 0.837 & 0.142 \\ 0.460 & 1.395 & 0.237 \\ 0.230 & 0.697 & 1.119 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.20 \\ 0.25 \\ 0.00 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.536 \\ 0.559 \\ 0.780 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.464 \\ 0.441 \\ 0.220 \end{bmatrix}$$

De acuerdo con estos resultados, un peso de producto final del sector agrícola está compuesto por \$0.536 de salarios y \$0.464 de ganancias; un peso de producto final industrial por \$0.559 y \$0.441, respectivamente, y un peso de producto final del sector terciario por \$0.78 y \$0.22 de salarios y ganancias.

Los coeficientes obtenidos al multiplicar dichos vectores por la inversa de la matriz de Leontief muestran las participaciones directas e indirectas de los salarios y las ganancias de cada producto.

Conviene notar que, según el ejemplo, en el caso del sector terciario las ganancias participan con el 22 % del valor agregado, a pesar de que, como se ve en el vector $\boldsymbol{G}$, en este sector no se generan ganancias. La participación de las ganancias en el valor de los productos del sector terciario es generada por los otros sectores

[1] Para simplificar la notación en lo sucesivo los símbolos resaltados en negrillas son matrices, aun cuando no estén encerrados en paréntesis cuadrados, como había sido hasta ahora.

en la producción de los insumos que, directa o indirectamente, son utilizados por aquel. De igual forma, si se compara, por ejemplo, la participación de los salarios en el valor de los bienes primarios (0.536), con el coeficiente de valor agregado en salarios de ese sector (0.2), se deduce que la participación de los salarios pagados por otros sectores e indirectamente por el mismo sector primario en la producción de los insumos utilizados por el sector primario es de \$0.336 por cada peso de producto primario. Entonces, mientras que los coeficientes de valor agregado (vectores $\boldsymbol{S}$ y $\boldsymbol{G}$) muestran cuál es la participación directa de los salarios y las ganancias en el producto de cada sector, los coeficientes obtenidos arriba (al multiplicar dichos vectores por la matriz inversa de Leontief) muestran las participaciones directas e indirectas de los salarios y las ganancias en cada producto.

Con base en estos resultados puede comprobarse que si se agregan los salarios (o las ganancias), directos e indirectos, contenidos en los productos finales de todos los sectores de la economía, se llega al total de salarios (o ganancias) generados por toda la economía. Para comprobarlo basta multiplicar los valores del producto final de cada artículo por sus respectivas tasas de participación de los factores.

Ejemplo 14.2 - Cálculo de los salarios y las ganancias totales en la economía

En términos matriciales se trata de multiplicar el vector de productos finales por el vector de las participaciones directas e indirectas de los salarios (primer sumando) y por el vector de las participaciones directas e indirectas de las ganancias (segundo sumando):

$$\begin{bmatrix} 300 & 200 & 100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.536 \\ 0.559 \\ 0.780 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 300 & 200 & 100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.464 \\ 0.441 \\ 0.220 \end{bmatrix}$$

$$= 350.5 + 249.5$$

Estos resultados indican que los totales de salarios y ganancias calculados por este método corresponden en forma muy aproximada a los que registra la matriz insumo-producto original (\$350 y \$250, respectivamente; véase el Esquema 13.1). Además, confirman una vez más que el valor del producto final de la economía, que en el ejemplo es \$600, se descompone integramente en las diferentes formas de valor agregado.

Mediante un pequeño refinamiento, este método también permite descomponer los salarios y ganancias de cada sector según su destino final por tipos de productos y de uso final. Puede establecerse, por ejemplo, en qué proporción los salarios pagados por el sector primario contribuyen a producir bienes industriales, o qué fracción de las ganancias industriales está siendo cubierta por los consumidores finales de servicios. La ecuación de descomposición en salarios y ganancias de cada peso de demanda final,

$$\mathbf{1} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1}\boldsymbol{S} + \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1}\boldsymbol{G}$$

puede modificarse para descomponer los valores de demanda final de cada sector,

$$\widehat{\boldsymbol{D}}(\mathbf{1}) = \widehat{\boldsymbol{D}}\left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1}\boldsymbol{S} + \widehat{\boldsymbol{D}}\left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1}\boldsymbol{G}$$

donde $\widehat{\boldsymbol{D}}$ es una matriz cuadrada cuya diagonal son los valores de demanda final y cero sus otros elementos. La aplicación de esta descomposición arroja los resultados que aparecen en el Esquema 14.1. Cada uno de los renglones muestra la descomposición del producto final de un sector en salarios y ganancias pagados por cada uno de los tres sectores. Por ejemplo, los \$300 de producto final del sector primario se descomponen en \$160.7 de salarios y \$139.4 de ganancias. Los primeros fueron generados asi: \$76.6, directa e indirectamente, por el mismo sector primario, \$62.8 por el sector secundario y el resto por el sector terciario.

*La **ecuación de descomposición en salarios** y ganancias de cada peso de demanda final puede modificarse para descomponer entre salarios y ganancias los valores de demanda final de cada sector.*

En la economía descrita en la matriz del Esquema 14.1 las demandas finales son todas para consumo final, excepto \$100 de inversión en inventarios de bienes primarios. Si se sigue el mismo procedimiento que se acaba de aplicar al total de demanda fínal, pero ahora descomponiendo ésta en consumo e inversión, se obtiene un mayor detalle sobre el origen y el destino del valor agregado, como se presenta en el Esquema 14.2. La lectura de este cuadro puede hacerse de idéntica manera que la anterior.

Esquema 14.1 Composición del valor agregado según origen[2]

Demanda final		Salarios pagados por				Ganancias pagadas por			
Producto	Valor	P	S	T	Total salarios	P	S	T	Total ganancias
P	300	76.6	62.8	21.3	160.7	76.6	62.8	0	139.4
S	200	18.4	69.7	23.7	111.9	18.4	69.7	0	88.1
T	100	4.6	17.4	55.9	78.0	4.6	17.4	0	22.0
Total	600	100.0	150.0	100.0	350.0	100.0	150.0	0	250.0

[2] Los totales pueden no coincidir debido al redondeo.

Esquema 14.2 Composición del valor agregado según origen y según demanda final[3]

Demanda final		Salarios pagados por				Ganancias pagadas por			
Demanda	Valor	P	S	T	Total salarios	P	S	T	Total ganancias
Consumo	500	74.0	129.0	93.8	296.8	74.0	129.0	0	203.0
- P	200	51.0	41.8	14.2	107.0	51.0	41.8	0	92.8
- S	200	18.4	69.7	23.7	111.8	18.4	69.7	0	88.1
- T	100	4.6	17.4	55.9	77.9	4.6	17.4	0	22.0
Inversión	100	25.5	20.9	7.1	53.5	25.5	20.9	0	46.4
- P	100	25.5	20.9	7.1	53.5	25.5	20.9	0	46.4
Total	600	100.0	150.0	100.0	350.0	100.0	150.0	0	250.0

14.2 Tratamiento de las importaciones

Hasta el momento hemos omitido del análisis las transacciones de la economía con el exterior por concepto de exportaciones e importaciones de bienes y servicios. La inclusión de las exportaciones no altera en nada los métodos de análisis desarrollados hasta ahora puesto que pueden tratarse lo mismo que cualquier otra demanda final. Para fines de presentación, en la matriz insumo-producto basta con agregar una columna en el cuadrante de demandas finales para registrar las exportaciones de los diferentes productos.

El registro y tratamiento analítico de las importaciones resulta más complicado. En primer lugar, es necesario distinguir entre las importaciones de bienes finales y las de productos intermedios. Las primeras reducen la demanda final por bienes nacionales, pero no alteran los otros cuadrantes de la matriz ni, por lo tanto, los coeficientes técnicos, puesto que no intervienen en la producción de otros artículos. Como importaciones finales se consideran no solamente las destinadas al consumo sino también aquellas de bienes de capital que no requieren transformaciones adicionales para ser puestas en funcionamiento, las de bienes de cualquier tipo que no se utilizan en el período corriente o las de bienes que son reexportados sin sufrir ningún cambio. En todos estos casos el papel de las importaciones consiste en suplir parte de la demanda total de bienes finales de la economía; de ahí que para registrarlas en la matriz puedan colocarse con signo negativo como una columna más de demanda final o como una fila adicional debajo del total de VBP de cada rama de la producción. El primer tratamiento es más aconsejable, ya que permite continuar utilizando la columna de demanda final total como demanda de bienes nacionales, sin alterar los métodos de cálculo presentados hasta ahora[4].

[3] Los totales pueden no coincidir debido al redondeo.

[4] El tratamiento aconsejable para las reexportaciones es, sin embargo, el de incluir en las

Por otra parte, se tienen varias alternativas para registrar las importaciones de bienes intermedios, o sea, las que intervienen en el proceso de producción de nuevos bienes. Si se registran las materias primas importadas de igual forma que el resto de materias primas en el cuadrante de compras intermedias, se dificulta utilizar la matriz para calcular las necesidades de producción de los diferentes sectores, toda vez que tales materias primas importadas aparecerían utilizando producciones indirectas de otros bienes que en la realidad no se requieren. Sin embargo, no se las puede excluir completamente de la matriz insumo-producto, porque son un elemento de costo de los sectores de producción. De modo que la forma de presentación más adecuada es considerarlas como un componente de costo primario, registrándolas en un renglón aparte en el cuadrante de valores agregados, como se hace en el Esquema 14.3.

Esquema 14.3 Matriz insumo-producto para una economía abierta. Alternativa 1

Compras ↓ / Ventas →	P	S	T	V.I	C	I	X	- M Final	Demanda final nacional
P	-	150	-	150	280	100	75	105	350
S	200	-	100	300	230	-	150	80	300
T	-	100	-	100	100	-	-	-	100
C.I	200	250	100	550	610	100	225	185	750
V.A	200	300	100	600					
M. Int.	100	50	-	150					
VBP	500	600	200	1300					

Para registrar las importaciones de bienes finales en la matriz insumo-producto, pueden colocarse con signo negativo como una columna adicional de la demanda final. .

La matriz de compras intermedias registra sólo el uso de insumos producidos dentro del país, y el cuadrante de valores agregados queda ampliado con el renglón de materias primas importadas. Como se observa en el esquema, el cuadrante de demandas finales se ha ampliado con dos columnas, una para registrar la demanda por exportaciones, y otra para deducir de la demanda final el valor de las importaciones finales. Esta deducción tiene sentido debido a que los otros componentes de la demanda final incluyen el valor de los bienes terminados de origen importado que contribuyen a satisfacer esas demandas. Al igual que en los ejemplos anteriores, la demanda final (en este caso, nacional) equivale al total del VBP, deducidas las compras intermedias:

$$D = VBP - CI$$

Como se desprende del esquema, esta ecuación también puede escribirse como

$$C + I + X - MF = VA + MI$$

cuentas sólo los valores agregados exportados (por transporte y otros servicios mercantiles), omitiendo tanto el registro de la importación como el de la exportación de la mercancía propiamente dicha.

donde MF son importaciones de bienes finales y M importaciones de insumos; por consiguiente,

$$VA = C + I + X - MF - MI$$
$$VA = C + I + X - M$$
$$VA = PIB$$

Queda comprobado que el método de registro que se adopta es consistente con la identidad macroeconómica básica entre el valor agregado y el producto. Este tratamiento de las importaciones en la matriz insumo-producto permite determinar las necesidades totales de insumos extranjeros a partir del VBP de cada rama de la producción y su correspondiente coeficiente de importaciones, m_k. De esta forma,

$$MI = \sum_j m_j VBP_j$$

Recordando que los VBP se determinan a partir de las demandas finales de los diferentes bienes mediante la siguiente operación matricial,

$$\boldsymbol{VBP} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{D}$$

se deduce que las necesidades de insumos importados pueden calcularse también como

$$\boldsymbol{MI} = \boldsymbol{N}^{\boldsymbol{T}}(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{D}$$

donde $\boldsymbol{N}^T$ es el vector fila de coeficientes de importación m_i que, al ser multiplicado por $(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{D})$, da como resultado un escalar, o sea, una magnitud que es el total de importaciones de insumos requeridos. Dicho total podría descomponerse según su destino por sectores o según tipos de demanda final, tal como se hizo en la sección anterior con los salarios y las ganancias. No obstante, este método de tratar las importaciones intermedias impide desagregarlas de acuerdo con tipos de bienes, lo cual se debe a que las importaciones que realiza cada rama de la producción han sido tomadas en conjunto. Si se dispone de suficiente información, los coeficientes de importación de cada rama de la producción podrían descomponerse en coeficientes parciales según el tipo de insumos; $\boldsymbol{N}^T$ sería entonces una matriz con tantas columnas como tipos de insumos importados quisiéramos distinguir, y, por tanto, $\boldsymbol{MI}$ se convertiría en un vector columna donde cada uno de sus elementos sería el total de importaciones requeridas de cada tipo.

Las importaciones de bienes intermedios se consideran un componente de costo primario y se registran en un renglón aparte en el cuadrante de valores agregados.

Sin embargo, este sistema adolecería de una deficiencia: al mantener fijos los coeficientes de importaciones de cada rama no permitiría distinguir entre importaciones de insumos que son sustituibles por producción nacional de aquéllas que no lo son. La relevancia de esta distinción radica en que los coeficientes de las importaciones sustituibles con producción nacional varían con ésta, a diferencia de los coeficientes de importación de los insumos para los que no existen sustitutos de producción doméstica, que permanecen sin cambio. De una forma más realista, en vez de esta distinción radical entre importaciones sustituibles y no sustituibles, deberían considerarse distintos grados de sustitubilidad para distintos tipos de productos, y dependiendo de los precios relativos de cada tipo de importación frente a los posibles sustitutos nacionales. Sin embargo, para mantener el análisis en un nivel manejable con matemáticas matriciales sencillas, ignoraremos esta posibilidad, dando por entendido que nuestros supuestos son válidos siempre que no haya cambios importantes de precios relativos.

Para tener en cuenta la distinción entre importaciones sustituibles y no sustituibles, las primeras se deben incluir en el cuerpo de la matriz de compras intermedias, manteniendo las no sustituibles en el cuadrante de valores agregados. Como tal procedimiento elevaría las ventas intermedias de productos nacionales, se requiere además agregar al VBP del producto de cada sector las importaciones no sustituibles del mismo producto. La matriz del ejemplo anterior quedaría entonces como en el Esquema 14.4.

Esquema 14.4 Matriz insumo-producto para una economía abierta. Alternativa 2

Compras ↓ / Ventas →	P	S	T	V.I	C	I	X	- M Final	Demanda final nacional
P	-	170	-	170	280	75	105	350	350
S	260	-	100	360	230	-	150	80	300
T	-	100	-	100	100	-	-	-	100
C.I	260	270	100	630	610	100	225	185	750
V.A	200	300	100	600					
Importaciones insustituibles	40	30	-	70					
VBP	500	600	200	1300					
Importaciones sustituibles	*20*	*60*	-	*80*					
Total	*520*	*660*	*200*	1380					

Según esta metodología, el valor de las importaciones sustituibles no depende de las demandas intersectoriales, sino que puede tomarse como un dato en forma independiente. No obstante, el monto y composición de las importaciones sustituibles afectará los requerimientos de producto de los sectores y, por esta vía, las necesidades de importaciones insustituibles. Para apreciar esto se puede partir de la matriz $\boldsymbol{A}$ de coeficientes técnicos, calculada por el método usual, es decir, dividiendo cada columna por sus correspondientes *VBP*. Con los datos del Esquema 14.4 se tendría:

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 0.000 & 0.283 & 0.000 \\ 0.520 & 0.000 & 0.500 \\ 0.000 & 0.167 & 0.000 \end{bmatrix}$$

Los coeficientes de esta matriz no diferencian entre los insumos nacionales y los importados de tipo sustituible. Por consiguiente, como los insumos importados no generan demandas intersectoriales para su producción, las importaciones sustituibles deben deducirse. Para ello se supone que tales importaciones se distribuyen proporcionalmente entre los diferentes compradores de cada tipo de insumo. Así, los \$60 de importaciones sustituibles de bienes manufacturados se distribuyen proporcionalmente entre las compras de los mismos bienes del sector primario y del sector terciario. Los \$20 de importaciones sustituibles de bienes primarios no necesitan distribuirse pues, según el ejemplo, sólo el sector secundario compra insumos primarios. Entonces, la matriz de coeficientes técnicos corregida, $\boldsymbol{A_c}$, será:

$$\boldsymbol{A_C} = \begin{bmatrix} 0.000 & 0.250 & 0.000 \\ 0.433 & 0.000 & 0.417 \\ 0.000 & 0.167 & 0.000 \end{bmatrix}$$

Con esta matriz se pueden establecer los requerimientos de VBP para satisfacer las demandas finales:

$$\boldsymbol{VBP} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A_C})^{-1}\,\boldsymbol{D}$$

Ejemplo 14.3 - Cálculo de los valores de producción de los sectores a partir de las demandas finales utilizando la matriz de coeficientes técnicos corregida por importaciones

$$\begin{bmatrix} 500 \\ 600 \\ 200 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.13 & 0.30 & 0.13 \\ 0.53 & 1.22 & 0.51 \\ 0.09 & 0.20 & 1.09 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 350 \\ 300 \\ 100 \end{bmatrix}$$

Ahora bien, la matriz $\boldsymbol{A}_C$ no es una matriz de coeficientes técnicos fijos, sino que resulta de la importancia relativa de las importaciones sustituibles de insumos. Cuando éstas aumentan, los coeficientes técnicos corregidos disminuirán, reduciéndose también los valores brutos de producción requeridos para satisfacer las mismas demandas finales.

Una vez se determinan los valores brutos de producción resultantes, pueden establecerse las necesidades de importaciones insustituibles, $\boldsymbol{MII}$, aplicando la expresión

$$\boldsymbol{MII} = \sum_{\boldsymbol{j}} \boldsymbol{m*_j}\,\boldsymbol{VBP_j}$$

donde $m^*{}_j$ son los coeficientes de importación de bienes insustituibles para cada sector. Remplazando los VBP, según se dedujo, y llamando $\boldsymbol{N^{*T}}$ al vector fila de coeficientes de importación de bienes insustituibles, se tiene que

Este tratamiento de las importaciones permite determinar las necesidades totales de insumos extranjeros a partir del valor bruto de producción de cada rama de actividad y su correspondiente coeficiente de importaciones.

$$\boldsymbol{MII} = \boldsymbol{N}^{*\boldsymbol{T}} \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A_c}\right)^{-1} \boldsymbol{D}$$

En consecuencia, el total de importaciones será

$$\begin{aligned} \boldsymbol{M} &= \boldsymbol{MF} + \boldsymbol{MIS} + \boldsymbol{MII} \\ &= \boldsymbol{MF} + \boldsymbol{MIS} + \boldsymbol{N}^{*\boldsymbol{T}} \left(I - \boldsymbol{A_c}\right)^{-1} \boldsymbol{D} \end{aligned}$$

donde las importaciones finales, $\boldsymbol{MF}$, y las de insumos sustituibles $\boldsymbol{MIS}$, vienen dadas exógenamente y determinan las de insumos insustituibles a través de la demanda final de bienes nacionales, $\boldsymbol{D}$, y de la matriz de coeficientes técnicos de demanda de insumos nacionales, $\boldsymbol{A_c}$.

14.3 Análisis de precios

La matriz insumo-producto también puede emplearse para analizar el origen de las variaciones de los precios y las interrelaciones entre los precios de los factores y los productos, y de éstos entre sí. Como en los análisis anteriores, mantendremos el supuesto de proporcionalidad en el uso de los insumos y los factores. Esto significa que no se tendrán en cuenta las posibilidades que tienen los productores de sustituir los factores e insumos que se encarecen por otros más baratos. Puesto que esta sustitución suele tomar un tiempo en ocurrir, los análisis que siguen pueden verse como el efecto de corto plazo de los cambios de precios. De igual forma, dado que esta sustitución suaviza el impacto de corto plazo de los cambios de precios, los análisis que siguen pueden verse también como el efecto máximo de lo que podría ocurrir, en ausencia de sustituciones. Con métodos matemáticos más refinados que el álgebra matricial de este capítulo, los efectos de sustitución pueden (y deben) ser tenidos en cuenta, pero eso supera el nivel introductorio de este libro.

*La **matriz I-P** también puede emplearse para analizar el origen de las variaciones de los precios y las interrelaciones entre los precios de los factores y los productos, y de estos entre sí.*

Para ver de qué forma los precios de los factores afectan los precios de los diferentes productos conviene recordar que el valor de cualquier mercancía está compuesto totalmente por los valores primarios atribuibles a los factores, la depreciación, los impuestos indirectos netos de subsidios y, cuando se incluye el sector externo, su componente importado. Según hemos visto, si se consideran solamente los salarios y las ganancias, esto puede expresarse de la siguiente manera:

$$\mathbf{1} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}^{\boldsymbol{T}}\right)^{-1} (\boldsymbol{S} + \boldsymbol{G})$$

¿Cómo se afectarán, entonces, los precios de todas las mercancías si, por ejemplo, los salarios aumentan en un 100 %? Ya que los coeficientes de uso del factor trabajo se consideran fijos, el valor agregado por concepto de salarios en cada rama aumentará en un 100 %, y con ello los precios de cada mercancía en proporción a la importancia de los salarios en el VBP. Pero las alzas no concluyen en este punto, dado que también los insumos de cada rama tendrán que ser pagados más caros.

La ecuación anterior puede utilizarse para calcular el efecto total del alza de salarios sobre los precios, puesto que ésta indica cuál es la importancia total, directa e indirecta, de los salarios en el valor de cada producto. Si las unidades de cada producto se definen de tal forma que su precio inicial sea de \$1, entonces el vector de unos puede interpretarse como el vector de los precios iniciales de los productos. Entonces, elevando en 100 % el valor del vector S, y calculando el nuevo vector de precios resultante se puede establecer el efecto total que dicha alza de salarios tiene sobre cada uno de los precios.

Ejemplo 14.4 - Cálculo de los nuevos precios y los nuevos valores de producción si los salarios se doblan

Con los datos numéricos de la primera parte de este capítulo, antes del alza de salarios se tenía que

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.276 & 0.837 & 0.142 \\ 0.460 & 1.395 & 0.237 \\ 0.230 & 0.697 & 1.119 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.20 & + & 0.20 \\ 0.25 & + & 0.25 \\ 0.50 & + & 0.00 \end{bmatrix}$$

Luego, al elevarse los salarios en 100 %, se tendrá

$$\begin{bmatrix} 1.54 \\ 1.56 \\ 1.78 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.276 & 0.837 & 0.142 \\ 0.460 & 1.395 & 0.237 \\ 0.230 & 0.697 & 1.119 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.40 & + & 0.20 \\ 0.50 & + & 0.25 \\ 1.00 & + & 0.00 \end{bmatrix}$$

Así, por efecto del alza de salarios los precios se elevan en 54 %, 56 % y 78 % para los bienes primarios, manufacturados y terciarios, respectivamente.

El nuevo valor total del producto final puede calcularse adicionando a los antiguos valores el alza de precios:

Bienes primarios:	300×1.54	=	462
Bienes secundarios:	200×1.56	=	312
Bienes terciarios:	100×1.78	=	178
Total *PIB*			950

Como se puede deducir del Ejemplo 14.4, el aumento en el valor del producto final (de \$350, puesto que el mismo *PIB* valía antes \$600) corresponde exactamente al mayor costo de los salarios (dado que inicialmente éstos valían \$350). Por consiguiente se mantiene la igualdad entre el *PIB* a precios corrientes y la suma de los valores agregados.

Para calcular el efecto de los precios finales de cambios de los precios de los factores, se utilizan los mismos cálculos de la participación directa e indirecta de los factores en el producto.

De idéntica forma se puede estimar el impacto de cualquier otra alteración de precios, tanto si es causada por cambios generales en los precios de los factores, como si proviene de un cambio en una sola rama de producción. Supóngase, por ejemplo, que el gobierno decide establecer un sistema de impuestos indirectos sobre los valores brutos de producción (diferente del IVA, que aplica sobre los valores agregados), y se desea conocer su efecto sobre los precios. Si se parte de una situación inicial tal que

$$\boldsymbol{P_0} = \mathbf{1} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} (\boldsymbol{S} + \boldsymbol{G})$$

el nuevo vector de precios será

$$\boldsymbol{P_1} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} (\boldsymbol{S} + \boldsymbol{G} + \boldsymbol{T})$$

donde $\boldsymbol{T}$ es el vector de tasas impositivas calculadas como una proporción de los VBP a costo del productor. Más adelante veremos qué ocurre con los precios si los impuestos indirectos aplican sobre los valores agregados, como es el caso del IVA.

Por el momento, podemos ver que los costos de los insumos importados pueden tratarse de igual forma que los impuestos indirectos que aplican sobre los valores brutos de producción. Imaginemos una economía abierta que sólo importa insumos insustituibles y en la que los precios iniciales se pueden definir como

$$\boldsymbol{P_0} = \mathbf{1} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} (\boldsymbol{S} + \boldsymbol{G} + \boldsymbol{T} + \boldsymbol{N})$$

donde $\boldsymbol{N}$ es el vector de requerimientos iniciales de importación por peso de VBP de cada sector. Si se desea calcular el efecto que tendrá sobre los precios una devaluación de la moneda en un cierto porcentaje, λ, el nuevo nivel de precios será

$$\boldsymbol{P_2} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} [\boldsymbol{S} + \boldsymbol{G} + \boldsymbol{T} + (\boldsymbol{I} + \boldsymbol{\lambda})\boldsymbol{N}]$$

(Si las importaciones se encuentran gravadas con impuestos, su valor debe estar incluido en el cálculo de los coeficientes de importación del vector $\boldsymbol{N}$, y no en $\boldsymbol{T}$, ya que para los análisis de precios la importancia de las importaciones viene dada por su precio efectivo de utilización por parte de los productores.)

Esta metodología también puede aplicarse para deducir la manera como se altera la composición del valor agregado por los diferentes factores en cada uno de los productos si se fijan los precios. Supóngase que el gobierno determina que, como contrapartida al alza de 100 % de los salarios analizada, los productores pueden subir los precios de las mercancías en un 75 %. ¿Qué sucederá, entonces, con la participación directa e indirecta de las ganancias en el valor del producto de cada sector? Para responder a esta pregunta puede partirse de la expresión

$$\boldsymbol{P^*} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} (\mathbf{2}\boldsymbol{S_0} + \boldsymbol{G_1})$$

donde $\boldsymbol{P}^* = 1.75 \cdot [\mathbf{1}]$, puesto que los nuevos precios son 75 % mayores que los iniciales, y donde $2\boldsymbol{S_0}$ es el nuevo vector de salarios (el doble del inicial) y $\boldsymbol{G_1}$ el nuevo vector de ganancias (obsérvese que estos vectores representan ahora los valores directos de los salarios y las ganancias por cada \$1.75 de VBP de cada sector). Con el fin de determinar el nuevo valor directo e indirecto de las ganancias en cada producto se debe calcular el vector

$$\left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} \boldsymbol{G_1} = \boldsymbol{P^*} - \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} \boldsymbol{2S_0}$$

Ejemplo 14.5 - Cálculo de las ganancias cuando se doblan los salarios y si se fijan los nuevos precios

Con los datos numéricos utilizados esto equivale a

$$\begin{aligned}\left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} \boldsymbol{G_1} &= \begin{bmatrix} 1.75 \\ 1.75 \\ 1.75 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1.276 & 0.837 & 0.142 \\ 0.460 & 1.395 & 0.237 \\ 0.230 & 0.697 & 1.119 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.40 \\ 0.50 \\ 1.00 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0.679 \\ 0.631 \\ 0.191 \end{bmatrix}\end{aligned}$$

Para determinar la nueva participación total de las ganancias en el valor de los productos, estos valores deben dividirse por 1.75, que es el nuevo precio de cada producto. Se encuentra que la participación de los salarios será ahora 38.8 %, 36.1 % y 10.9 %, que es inferior en todos los casos a la que se tenía inicialmente. Naturalmente, para preservar la participación inicial de las ganancias los precios de los productos tendrían que haber aumentado en el 100 %, es decir, en el mismo porcentaje que los salarios.

Este es el momento de ver qué ocurre con los precios cuando los impuestos indirectos aplican de manera uniforme sobre los valores agregados y no sobre los valores brutos de producción. En este caso, la ecuación de precios será:

$$\boldsymbol{P^*} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-1} (\boldsymbol{I} + \boldsymbol{iva}) (\boldsymbol{S_0} + \boldsymbol{G_0})$$

donde $\boldsymbol{iva}$ es la tasa del IVA aplicada de manera uniforme a todos los valores agregados (que en este caso son solo salarios y ganancias). Esto es equivalente a aumentar el valor de todos los valores agregados proporcionalmente con el IVA y, por lo tanto, es equivalente a que todos los precios aumenten con el IVA:

$$\boldsymbol{P^*} = (\boldsymbol{I} + \boldsymbol{iva})\boldsymbol{P}$$

Regresemos al Ejemplo 14.5 para observar qué ocurre con los coeficientes factoriales cuando los cambios en los precios de los factores no son uniformes como serían con un IVA. Debido a que los coeficientes factoriales se calculan a los precios corrientes de los productos y de los factores, se alteran cada vez que cambian los precios; igual cosa sucedería con los coeficientes técnicos, lo que exigiria recalcular la matriz inversa de Leontief. Sin embargo, si se conocen los nuevos precios de los productos, se puede continuar utilizando las matrices originales, tratando todas las magnitudes como volúmenes a los precios iniciales. Los resultados de los ejercicios que se hagan con estas matrices vendrán todos expresados en los precios iniciales, pero podrán convertirse a precios corrientes aplicando los aumentos de precios correspondientes a los diferentes productos.

No obstante, es conveniente disponer de un método que permita recalcular la matriz inversa de Leontief y estimar los valores corrientes de producción de los sectores cuando se presentan cambios de precios y de cantidades en la demanda final. Los métodos desarrollados hasta ahora pueden generalizarse para tener en cuenta cambios de precios. Recuérdese que las ecuaciones de balance de los productos (que constituyen las filas de la matriz) pueden escribirse como

$$VBP_i = VI_i + D_i$$

y las ventas intermedias del producto como

$$VI_i = \sum_i a_{ij} VBP_j$$

de donde

$$VBP_i = \sum_j a_{ij} VBP_j + D_i$$

Si los coefícientes técnicos se presumen fijos en términos físicos, pero los precios varían, la ecuación anterior puede escribirse

$$P_i X_i = \sum_j \left(P_i a_{ij} / P_j\right) P_j X_j + P_i Z_i$$

donde X_i y Z_i miden la producción bruta y la demanda final de cada sector en precios constantes (cuando los precios son todos iguales a uno, las dos ecuaciones son, por supuesto, iguales). Escribiendo en forma matricial estas ecuaciones para todos los sectores se tiene que

$$\checkmark\ \widehat{\boldsymbol{P}}\boldsymbol{X} = \left(\widehat{\boldsymbol{P}}\boldsymbol{A}\widehat{\boldsymbol{P}}^{-1}\right)\widehat{\boldsymbol{P}}\boldsymbol{X} + \widehat{\boldsymbol{P}}\boldsymbol{Z}$$

donde $\boldsymbol{X}$ y $\boldsymbol{Z}$ son los vectores de producto bruto y demanda final a precios constantes y donde $\widehat{\boldsymbol{P}}$ es una matriz cuyos elementos en la diagonal son los precios P y sus demás elementos son cero. Con tres sectores, la matriz $\widehat{\boldsymbol{P}}$ será

$$\hat{\boldsymbol{P}} = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 \end{bmatrix}$$

y su inversa

$$\hat{\boldsymbol{P}}^{\mathbf{-1}} = \begin{bmatrix} \frac{1}{P_2} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{P_3} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{P_3} \end{bmatrix}$$

En consecuencia, se puede encontrar $\widehat{\boldsymbol{P}}\boldsymbol{X}$ en forma análoga a como se hallaba el vector de $\boldsymbol{VBP}$ cuando no se consideraban las variaciones de precios:

$$\checkmark\ \widehat{\mathbf{P}}\mathbf{X} = \left(\mathbf{I} - \widehat{\mathbf{P}}\boldsymbol{A}\widehat{\mathbf{P}}^{\mathbf{-1}}\right)^{\mathbf{-1}} \widehat{\mathbf{P}}\boldsymbol{Z}$$

Esta expresión permite calcular los valores corrientes de producción de los sectores para satisfacer una serie de demandas finales expresadas en precios corrientes, siempre que se conozcan las variaciones de precios entre el período para el cual se tienen los coeficientes técnicos y el período corriente y se pueda suponer que dichos coeficientes técnicos (físicos) no se han alterado.

14.4 Las matrices insumo-producto del DANE

En el Capítulo 12 analizamos el tratamiento de la producción en el sistema de cuentas nacionales del DANE. Las cuentas de producción están integradas en la matriz de utilización, cuya estructura es muy semejante a la matriz insumo-producto que hemos estudiado en los Capítulos 13 y 14. Sin embargo, la matriz de utilización tiene algunas características que impiden usarla directamente para los fines analíticos analizados en estos dos capítulos:

1. La matriz de utilización no es cuadrada, pues tiene una rama productiva más (es decir, una columna) que no corresponde a ningún producto, lo cual impide calcular la matriz inversa de Leontief. La columna de más es el comercio. También hay varios servicios de “no mercado” (la administración pública, los servicios de enseñanza de no mercado, los servicios de asociaciones y los servicios domésticos), que solo tienen compradores finales, pues no se utilizan como consumo intermedio. Sin embargo, que haya filas de ceros en la matriz de coeficientes técnicos no impide obtener la matriz inversa, y por lo tanto no es necesario hacer ningún ajuste a este respecto.

2. La matriz de utilización no se ciñe, en la valoración de los registros, al principio de homogeneidad necesario para obtener coeficientes técnicos estables, debido a que las transacciones se valoran a precios de adquisición y no a valores básicos. Como los precios de adquisición incluyen márgenes comerciales e impuestos indirectos que pueden variar con el destino de los productos, o su composición en cada rama, los coeficientes de insumos que se obtendrían no reflejarían exactamente los requerimientos técnicos.
3. No son matrices puras rama-rama o producto-producto, sino matrices "híbridas", donde las columnas describen la producción por ramas y las filas la oferta y utilización de los productos. Debido a esta característica no es posible establecer directamente las demandas intermedias y de recursos primarios a partir de las demandas finales de productos.
4. No distinguen los usos de los bienes importados entre demandas finales e intermedias. Por esta razón, los coeficientes de insumos quedarían afectados por los usos de insumos importados, lo que inflaría los cálculos de requerimientos de valor bruto de producción doméstica y de insumos primarios para satisfacer las demandas finales.

Algunos de estos problemas están interrelacionados. El hecho de que aparezca una columna de comercio y no una fila se debe al método de valoración escogido. Como las compras intermedias están a precios de adquisición, ya incluyen los márgenes comerciales, y éstos no aparecen en la fila correspondiente. La solución conjunta a estos dos problemas consiste en utilizar valoraciones a precios básicos para todas las compras, pasando a la fila del sector comercio todos los márgenes que pagan los compradores representados en cada columna. Así, por ejemplo en la fila del sector comercio, la celda que corresponde al café representa los márgenes comerciales de los insumos comprados por los caficultores. De igual forma, en esa misma fila, la celda en la columna de consumo de los hogares representa todos los márgenes comerciales pagados *directamente* por los consumidores en la compra final de bienes de consumo (es decir, sin incluir los márgenes pagados indirectamente a través de los insumos adquiridos por los productores en el proceso de producción).

Los precios de adquisición de la matriz de utilización incluyen también los impuestos indirectos (netos de subvenciones) a los productos. La solución a este problema es semejante a la de los márgenes comerciales: hay que quitarles a todos los valores de la matriz esos impuestos indirectos netos y ponerlos en una fila de impuestos indirectos netos sobre los productos. La interpretación de las celdas de esta nueva fila es análoga a la de los márgenes comerciales.

Quedan solucionados así los dos primeros problemas. La solución al tercer problema, relacionado con la forma producto-rama (filas y columnas respectivamente) de la matriz, es más compleja técnicamente. Si las demandas finales están establecidas por productos, es necesario tener una matriz pura producto-producto, para lo cual es necesario transferir a sus respectivas columnas los productos no característicos de cada rama con sus insumos y valores agregados correspondientes. La información sobre las producciones no características de cada rama se obtiene en la matriz de oferta del DANE en la sub-matriz de producción, la cual muestra cuáles son los productos obtenidos por cada rama (véase la sección 3 del Capítulo 12 y el Esquema 12.4). Si cada uno de los elementos de una matriz de oferta se divide por el total de su columna correspondiente, se obtiene una "matriz de coeficientes de producción", que puede simbolizarse con la letra $\boldsymbol{C}$, y que es análoga a la matriz ya conocida de coeficientes técnicos de producción, $\boldsymbol{A}$. Cada elemento de la matriz $\boldsymbol{C}$ indica la producción del producto i (que aparece en la fila) que se genera por cada peso de producción de la rama j (que corresponde a la columna). La utilidad de esta matriz $\boldsymbol{C}$ de coeficientes técnicos de producción es poder deducir la oferta relativa de producción por productos de cada rama a partir de la información original de las matrices híbridas producto-rama.

Como la tecnología de producción de los subproductos no es directamente observable, para poder reclasificar los insumos debe acudirse a una de dos hipótesis alternativas: o bien que un mismo producto se obtiene con la misma composición de insumos, cualquiera que sea la rama que lo produzca, o bien que una rama productiva obtiene todos sus productos, característicos o no, con la misma tecnología. Si se adopta la primera de estas hipótesis, que se considera la más realista, la matriz de coeficientes de producción puede utilizarse para transformar la matriz de coeficientes técnicos deducida de la matriz híbrida producto-rama del DANE, que llamaremos $\boldsymbol{A^h}$ (coeficientes técnicos híbridos) en la matriz pura de coeficientes técnicos A consistente con una matriz producto-producto, como lo requieren los métodos analíticos desarrollados en este capítulo,

$$\boldsymbol{A = A^h C^{-1}}$$

Debe tenerse en cuenta que el objeto de esta transformación es eliminar el concepto de rama que utilizan las cuentas nacionales del DANE. Por consiguiente, todos los resultados que se obtengan ahora estarán referidos a los productos (niveles de producción, precios, composición de los valores agregados, etc.) y no a los sectores o ramas productivas.

Puesto que es la opción más realista, el DANE aplica la hipótesis de tecnología de los productos para hacer los traslados de los consumos intermedios de las producciones secundarias. Sin embargo, no lo hace aplicando directamente la expresión matemática que acabamos de presentar. La razón es que solo hace traslados de consumos intermedios que sean comunes entre la rama de actividad que hace la producción principal y la que hace la producción secundaria (ya que de otra forma quedarían consumos intermedios negativos después de hacer los traslados). El traslado de la remuneración a los asalariados tampoco se hace estrictamente con la hipótesis de tecnología de los productos: se hace suponiendo que la participación de la remuneración a los asalariados es un promedio ponderado de la participación de los salarios en la rama de la producción principal (0.3) y en la rama de la producción secundaria (0.7). De igual forma se trasladan los impuestos indirectos netos. Y, finalmente, por residuo, se obtienen los excedentes brutos de explotación que deben trasladarse.

Por último, debe darse solución al problema de que la matriz de utilización no distingue entre importaciones de bienes finales y de insumos, puesto que para cada producto (fila) aparece un solo valor en la columna de importaciones. Si no se resolviera este problema, los coeficientes técnicos llevarian a sobreestimar de forma muy sustancial los efectos de la demanda final sobre el total de la producción, en particular, aunque no exclusivamente, de las industrias que producen bienes que también se importan. Para separar las importaciones de bienes finales de las de consumo intermedio (materias primas) el DANE utiliza la clasificación de las importaciones según Uso o Destino Económico (Cuode). Las importaciones registradas destinadas al consumo intermedio se distribuyen entre las ramas de actividad de acuerdo con la composición que se deduce de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM). Además se tienen en cuenta las importaciones no registradas (contrabando, zonas francas y otras), que se distribuyen según la naturaleza del producto o servicio. De esta forma se obtiene una matriz completa de consumos intermedios importados, que al deducirse de la matriz original de consumos intermedios, permite obtener la matriz de consumos intermedios nacionales. La suma por columnas de los consumos intermedios importados corresponde a la fila de consumo intermedio importado, aunque sin la distinción entre sustituibles y no sustituibles, que sería deseable tener (véase el Esquema 14.1).

Hechos todos estos ajustes se tienen asi todos los cuadrantes de la matriz de insumoproducto con características adecuadas para fines analíticos, a partir de la cual puede calcularse la matriz de coeficientes técnicos y la matriz inversa de Leontief, que son la base para las aplicaciones que hemos discutido en los dos últimos capítulos. Para los años 2005 y 2010 el DANE presenta actualmente las siguientes matrices para 61 productos: insumo-producto completa, insumo-producto doméstico, insumo-producto importado y la matriz inversa de Leontief (que denomina “matriz de multiplicadores” o de “requerimientos directos e indirectos por unidad de producto”). El DANE también calcula matrices insumo-producto completas por ramas de actividad (sin separar entre doméstico e importado y sin el cálculo de la matriz inversa de Leontief, ya que ninguna de estas cosas sería técnicamente correcta).

14.5 La matriz de contabilidad social del DANE

*La **matriz de contabilidad social** es una representación matricial de un sistema completo de cuentas nacionales (no solamente de la producción).*

Los análisis de insumo-producto a los que hemos dedicado este capítulo y el anterior se basan en varios supuestos cruciales que no son muy realistas, como ya lo hemos observado. Se supone que los coeficientes técnicos de uso de los insumos y los factores son fijos y no cambian con los precios relativos de dichos insumos y factores. Se supone también que los niveles de producción de los sectores están completamente determinados por la demanda, lo cual implica que existen excesos de capacidad de producción en todos los sectores productivos y oferta laboral disponible a ser utilizada a los salarios existentes, de forma que la producción siempre puede aumentar o disminuir para igualar la demanda sin cambios en los precios. Los economistas han avanzado en la formulación de modelos matemáticos más realistas, pero también más complejos, en los cuales se modela el comportamiento de los mercados de bienes y de factores, teniendo en cuenta que los productores y los consumidores reaccionan a los cambios en los precios relativos de los bienes y de los factores productivos reduciendo la demanda de aquellos bienes y factores que se vuelven más costosos relativamente y aumentando la de aquellos que se hacen más baratos. Estos modelos se denominan de Equilibrio General Computable (MEGC) y son utilizados ampliamente para simular los efectos macro y microeconómicos de políticas públicas, choques externos y/o exógenos sobre una economía. La base cuantitativa de estos modelos son las Matrices de Contabilidad Social (MCS). Tradicionalmente en Colombia estas matrices han sido construidas de manera ad-hoc por economistas aplicados y otros expertos en Cuentas Nacionales. Estas MCS no presentan un diseño y un método de construcción estándar, como el expuesto para las matrices de insumo-producto. Su diseño responde más bien, en forma flexible, a la disponibilidad de información y la finalidad del estudio que se quiera emprender.

Sin embargo, en 2012 el DANE publicó la primera MCS construida por esta entidad para el país, sentando las bases de la que podría ser una metodología estándar para Colombia. Por esta razón dedicamos la parte final de este capítulo a sintetizar la metodología de la MCS del DANE.

La MCS reúne en una sola matriz de manera coherente y organizada la información de dos de los productos estadísticos de las Cuentas Nacionales que ya se estudiaron en capítulos anteriores: la Matriz Insumo-Producto (Capítulos 11 y 12) y las Cuentas Económicas Integradas (Capitulo 10). La característica principal de la MCS es que la información de estas dos fuentes se integra de tal manera que los recursos de las cuentas (ingresos, entradas) y los empleos (gastos, salidas) que se encuentran en filas y columnas están en equilibrio. En la jerga de MCS equilibrio significa que la suma de entradas coincide con la suma de las salidas. Convencionalmente, al igual que sucede con la Matriz Insumo Producto, las filas representan los ingresos o utilización y las columnas los egresos o la oferta. El esquema matricial de la MCS del DANE se presenta en el Esquema 14.5. La elección de este esquema no fue arbitraria, responde a la lógica de facilitar el cálculo de los multiplicadores de contabilidad social, que es una de las posibilidades analíticas de este tipo de matrices.

El análisis de multiplicadores y de descomposición de efectos en la MCS es similar al presentado ampliamente a lo largo de éste capítulo y el anterior. En particular, el hecho de que la MCS describa el flujo completo del ingreso permite ampliar los alcances del modelo tradicional de insumo-producto hacia el análisis de los efectos no sólo sobre los sectores productivos sino también sobre los factores y las instituciones. Por esta razón, los multiplicadores de una MCS son mayores a los de insumo-producto, debido a que los primeros se incrementan por fuerza de incluir los efectos directos e indirectos inducidos por el flujo circular del ingreso entre actividades, factores de producción e instituciones. El principal objetivo del análisis de los *multiplicadores de contabilidad social* es examinar y descomponer los efectos de choques reales en la economía, sobre la distribución del ingreso entre los diversos agentes de la economía. El análisis de multiplicadores de la MCS es un tema que por su amplitud ameritaría un capítulo completo, tarea que no vamos a emprender en este libro. Sin embargo, para los lectores interesados, en el Anexo 14.A.1 se presentan las bases conceptuales del análisis de multiplicadores de contabilidad social, información que se complementa de manera práctica con los dos últimos ejercicios de la sección de preguntas y ejercicios.

Para el análisis de multiplicadores, las cuentas se dividen en endógenas y exógenas. De acuerdo con la metodología es común considerar como endógenas las cuentas de los factores, las de las administraciones privadas y las de las unidades de producción. Y como exógenas las cuentas del gobierno, las del resto del mundo y la cuenta de capital. En la jerga económica una variable endógena es aquella cuya variación depende de la decisión propia de los agentes (por ejemplo, los hogares deciden cuanto y en que gastar su ingreso), mientras que una variable exógena es aquella cuya variación no depende del agente (por ejemplo, la demanda por exportaciones del Resto del Mundo).

En concreto, la MCS del DANE registra empleos y/o recursos en las siguientes transacciones: Exportaciones e importaciones de bienes y servicios; Producción; Consumo intermedio; Remuneración de los asalariados (*REM*); Excedente bruto de explotación (*EBE*); Ingreso mixto (*IM*); Impuestos sobre la producción y las importaciones; Subvenciones, Renta de la propiedad; Impuestos corrientes sobre el ingreso, riqueza, etc; Contribuciones sociales; Prestaciones sociales distintas de las transferencias sociales en especie; Otras transferencias corrientes; Gasto de consumo final; y, Ajuste por las variación de la participación neta de los hogares en fondos de pensiones.

Si se descarga la MCS del DANE se obtiene una matriz de 140 filas por 76 columnas. En el momento de editar este libro se encontraban disponibles la MCS para los años 2005 y 2010. La matriz se presenta en miles de millones de pesos corrientes y se toma como año base 2005. Como se deduce de las dimensiones, la matriz no es cuadrada en estricto sentido (mismo numero de filas y columnas); sin embargo al nivel de cuentas si lo es. Por ejemplo en las columnas existe una cuenta para el Resto del Mundo (una sola columna donde se registran las exportaciones) y en las filas existe una cuenta para el Resto del Mundo, solo que en las filas esta se abre en 61 grupos de productos y una subcuenta adicional. Gracias a esto la matriz presenta en forma detallada las importaciones para consumo final (cruce con la columna hogares) y las importaciones para consumo intermedio (cruce con las cuentas de producción). Este nivel de detalle es una ventaja de la matriz dado que si el analista no lo necesita siempre lo podrá agregar. Repasemos brevemente las cuentas disponibles, empezando por las filas.

Dentro de las cuentas endógenas, el primer grupo de filas son las cuentas de los tres *factores* de producción: *REM*, *EBE*, e *IM*. Una primera novedad de la MCS DANE es que tanto *REM* como *IM* se subdividen a su vez en subcuentas, una para individuos con educación hasta secundaria y otra para aquellos con educación superior. El segundo grupo de filas denominado *Transacciones nacionales* son las cuatro instituciones del SCN2008 no gubernamentales: Hogares, Empresas no financieras, Instituciones financieras, y las IFSLHS. El tercer bloque de filas son las *Cuentas de producción subdivididas* en 61 filas cada una representando un conjunto de bienes o servicios producidos en la economía (por ejemplo, productos de café, Bebidas, Maquinaria y Equipo). Una segunda novedad de la MCS DANE es la inclusión de una cuenta para registrar las *Compras directas en el territorio nacional por no residentes*. Estas son las cuentas endógenas. Es muy importante anotar aquí qué la submatriz de 61 por 61 conformada por el cruce de las cuentas de producción endógenas como fila y como columna es la matriz de consumo intermedio de origen nacional, es decir los insumos producidos domésticamente y comprados por las demás unidades productivas del país.

Las cuentas exógenas se subdividen en seis grupos. El primer grupo de filas denominado *impuestos netos sobre la producción y las importaciones incluye*: impuestos excepto IVA, IVA no deducible, Impuestos sobre las importaciones, Subvenciones a los productos, e impuestos netos sobre la producción. El hecho de que existan cuentas separadas para los impuestos indirectos implica que las cifras que se encuentran en cada celda están valoradas a precios básicos, es decir sin impuestos indirectos ni márgenes de comercialización. Los márgenes comerciales se encuentran en la fila correspondiente al sector transporte. Esta es otra ventaja de la MCS DANE puesto que los impuestos y los márgenes comerciales no son constantes para todos los sectores y por ende una fuente de distorsión para los análisis que no tenían esto en cuenta.

Los dos bloques siguientes son los *Impuestos sobre el ingreso y la riqueza* y *Otras operaciones del Gobierno*. Este última registra las operaciones del gobierno como agente productor de la economía. El cuarto bloque de filas presenta de nuevo las 61 categorías de productos de la economía. La razón para esta repetición es que es en este bloque donde se registran el consumo intermedio de origen importado. Una tercera novedad que se presenta aquí en la MCS DANE es la inclusión de una cuenta para las *Compras directas en el exterior por residentes*. Y finalmente los dos últimos bloques son: *Otras operaciones del resto del mundo* y la *Cuenta de capital*.

Como se explicó anteriormente aunque las columnas de la MCS del DANE son menos (76) en realidad representan las mismas cuentas de las filas, solo que con menor detalle. También se dividen en cuentas endógenas y exógenas, y la estructura y orden es la misma que acabamos de explicar para las filas.

Conceptos clave

Tipos de matrices
- Matriz de oferta
- Matriz de utilización
- Matriz de producción
- Matriz insumo-producto
- Matriz de coeficientes técnicos
- Matriz inversa o de Leontief
- Matriz transpuesta de Leontief
- Matriz identidad
- Matriz de demanda final
- Matriz rama-producto
- Matriz rama-rama
- Matriz producto-producto
- Matriz de contabilidad social

Agregados económicos que usan las matrices
- Producto final
- Valor bruto de la producción
- Demanda final
- Valor agregado
- Importaciones de bienes finales
- Importaciones de insumos
- Importaciones de insumos sustituibles
- Importaciones de insumos no sustituibles
- Salarios
- Ganancias

Coeficientes derivados de las matrices
- Coeficientes técnicos
  - técnicos corregidos
  - técnicos híbridos
  - de salarios
  - de ganancias
  - de importaciones

Usos analíticos de las matrices
- Descomposición del valor agregado
  - directa e indirecta sobre la producción
  - según uso final de los productos
- Análisis de precios: variación ante
  - cambios en los precios de los factores
  - cambios en impuestos indirectos
  - cambios en tasa de cambio
- Modelos de equilibrio general computable

Preguntas y ejercicios

Pregunta 14.1

Suponga que, dada la estructura técnica de la economía, la siguiente es la matriz inversa de Leontief:

$$\boldsymbol{(I - A)^{-1}} = \begin{bmatrix} 1.078 & 0.334 & 0.107 \\ 0.260 & 1.115 & 0.368 \\ 0.134 & 0.145 & 1.048 \end{bmatrix}$$

y los siguientes son los vectores de coeficientes de valor agregado de los sectores (véanse ejercicios 13.3 y 13.4):

$$\boldsymbol{S} = \begin{bmatrix} 0.20 \\ 0.20 \\ 0.67 \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.4 \\ 0.0 \end{bmatrix}$$

Calcule el porcentaje de participación de los salarios y las ganancias en la demanda final de cada sector.

Pregunta 14.2

¿Cuál será la participación total de los salarios en el ingreso nacional si la demanda se compone en un 50 % de productos agrícolas, 30 % de productos industriales y 20 % de servicios? ¿Cómo debe ser la estructura de la demanda para que a medida que crezca el ingreso lo haga ingreso lo haga también la participación de los salarios en el ingreso?

Pregunta 14.3

Calcule la composición factorial total y por sectores del PIB para una demanda de bienes finales compuesta por $200 de productos agrícolas, $400 de bienes manufacturados y $200 finales compuesta por $200 de productos agrícolas, $400 de bienes manufacturados y $200 de productos agrícolas, $400 de bienes manufacturados y $200 de bienes terciarios.

Pregunta 14.4

Suponga ahora que la siguiente es la composición de la demanda final:

Producto	Consumo	Inversión
Primario	100	50
Secundario	200	100
Terciario	150	0

Calcule la composición de salarios y ganancias de cada tipo de consumo e inversión.

Pregunta 14.5

Construya una matriz insumo-producto a partir de la siguiente información:

Ramas productivas	**P**	**S**	**T**
Costos			
Insumos primarios nacionales	0	20	0
Insumos industriales nacionales	50	0	30
Servicios pagados nacionales	0	20	0
Importaciones de insumos	10	20	0
Salarios	20	15	10
Total costos	**80**	**75**	**40**
Excedente de explotación	**20**	**5**	**10**
Producción bruta	**100**	**80**	**50**
Balance de productos			
Producto nacional	100	80	50
Importaciones de insumos	55	105	0
Oferta total	**155**	**185**	**50**
Consumo intermedio	35	95	20
Consumo final	100	50	30
Inversión	0	10	0
Exportaciones	20	30	0
Demanda total	**155**	**185**	**50**

Pregunta 14.6

Deduzca la matriz de coeficientes técnicos, coeficientes de valor agregado e importaciones para la economía descrita en el ejercicio anterior. Calcule la matriz inversa de Leontief.

Pregunta 14.7

Suponga que el gobierno desea reducir a cero el saldo neto de exportaciones menos importaciones finales de todos y cada uno de los sectores para dentro de algunos años. Se calcula que entonces todos los componentes del consumo y la inversión habrán crecido en un 20 %. Calcule el nuevo vector de importaciones intermedias. Calcule también en cuánto se mejora el saldo de la balanza comercial (entendida como $X - MF - MI$).

Pregunta 14.8

Calcule el porcentaje de contenido importado por peso de demanda final de cada uno de los sectores. ¿Qué tipo de exportaciones ofrecen la mayor mejoría neta en el balance comercial?

Pregunta 14.9

Suponga que las importaciones de insumos para el sector primario son totalmente insustituibles, mientras que la mitad de los insumos importados por la industria son insustituibles y la otra mitad son sustitutivos de producción nacional. A partir de la información del Ejercicio 13.5 calcule el efecto que se produciría sobre el *PIB* y sobre la balanza comercial si, permaneciendo inalterada la demanda final, se eliminaran las importaciones sustitutivas.

Pregunta 14.10

Utilice nuevamente la información del ejercicio 14.5 para calcular el efecto sobre los precios de una devaluación que dobla el precio de todos los bienes importados. Si los niveles reales de demanda final permanecieran inalterados, ¿cuáles serían sus nuevos valores corrientes y cuál el incremento general de precios? ¿Cuál sería el incremento de precios si se calcula con base en los valores brutos de producción y no en las demandas finales? ¿Considera razonable para este ejercicio que se mantenga el supuesto de coeficientes técnicos fijos?

Pregunta 14.11

Suponga que los salarios y las ganancias se ajustan ahora en el aumento del índice de precios de la demanda final encontrado en el punto 14.10. ¿Cuál es el nuevo vector de precios de demanda final? ¿Cuál sería el resultado final si este proceso de ajustes continuara indefinidamente? ¿Considera razonable para este ejercicio que se mantenga el supuesto de coeficientes técnicos fijos?

Pregunta 14.12

Suponga ahora que el gobierno impone controles al crecimiento de los precios permitiendo alzas de solamente el 50 % en los precios de cada sector. Calcule el nuevo vector de valores agregados. ¿Qué sectores saldrían beneficiados y cuáles perjudicados? ¿Considera razonable para este ejercicio que se mantenga el supuesto de coeficientes técnicos fijos?

Pregunta 14.13

Calcule los valores brutos de producción de los tres sectores suponiendo los nuevos vectores de precios $\boldsymbol{P}$ y demanda final real, $\boldsymbol{Z}$,

$$\boldsymbol{P} = \begin{bmatrix} 1.48 \\ 1.55 \\ 1.44 \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{Z} = \begin{bmatrix} 100 \\ 200 \\ 50 \end{bmatrix}$$

Pregunta 14.14

Calcule a partir de la siguiente Matriz de Contabilidad Social

	1. Primario	2. Secundario	3. Terciario	4. Trabajo	5. Capital	6. Hogares	7. Gobierno	8. Cta de capital	9. Resto del mundo	Total
1. Primario	137	4,435	343	0	0	2,416	0	887	2,344	10,563
2. Secundario	1,608	6,709	3,351	0	0	10,385	0	5,091	2,930	30,085
3. Terciario	1,270	5,780	3,499	0	0	10,331	3,955	-215	661	25,290
4. Trabajo	2,438	2,944	8,101	0	0	0	0	0	17	13,500
5. Capital	4,687	3,780	8,329	0	0	0	0	0	375	17,172
6. Hogares	0	0	0	13,438	15,794	0	1,429	0	1,180	31,840
7. Gobierno	77	1,958	1,190	0	0	4,275	0	0	6	7,517
8. Cta de capital	0	0	0	0	0	4,488	1,881	552	-605	6,315
9. Resto del mundo	345	4,459	458	62	62	-56	242	0	0	6,908
Total	10,563	30,085	25,290	13,500	13,500	31,840	7,517	6,315	6,908	

a) El *PIB*, las tasas implícitas de impuestos indirectos netos sobre los productos, la tasa implícita de impuestos directos, el ahorro externo y la balanza comercial por producto $(X - M)$.

b) La matriz de coeficientes y la matriz de multiplicadores.

Pregunta 14.15

Con base en los resultados del ejercicio anterior, simule el impacto sobre la economía allí representada de un incremento de 1,000 en la demanda final de bienes secundarios y de 1,000 en la demanda final de bienes primarios. Calcule: incremento porcentual en demanda final, incremento porcentual en el ingreso de los hogares, incremento porcentual en los ingresos del gobierno, incremento porcentual en los ingresos del resto del mundo. (Sugerencia: suponga como cuentas exógenas las cuentas del gobierno, la cuenta de capital y la cuenta del resto del mundo).

Soluciones a ejercicios seleccionados

Las respuestas a todos los ejercicios se pueden ver en los archivos Excel disponibles en el portal del libro.

Respuesta 14.1

Utilizando la expresión

$$\boldsymbol{I} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-\mathbf{1}} \boldsymbol{S} + \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^T}\right)^{-\mathbf{1}} \boldsymbol{G}$$

se obtienen las participaciones en porcentajes

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 35.7 \\ 38.7 \\ 79.7 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 64.3 \\ 61.3 \\ 20.1 \end{bmatrix}$$

Respuesta 14.2

45.4 %. La elasticidad ingreso de la demanda por servicios debe ser mayor que 1. Supóngase, por ejemplo, que al doblarse el ingreso de la comunidad la demanda de bienes agrícolas crece un 50 %, la de productos manufacturados un 100 % y la de servicios un 225 % (es decir, las elasticidades ingreso son 0.5, 1.0y 2.25, respectivamente). Al doblarse el ingreso, la participación del trabajo en el ingreso será 56.4 %.

Respuesta 14.5

Con la alternativa 1 de tratamiento de importaciones:

Compras/Ventas	P	S	T	VI	C	I	X	-MF	D	VBP
P	0	20	0	20	100	0	20	-40	80	100
S	50	0	30	80	50	10	30	-90	0	80
T	0	20	0	20	30	0	0	0	30	50
CI	50	40	30	120	180	10	50	-130	110	230
S	20	15	10	45						
G	20	5	10	35						
VA	40	20	20	80						
MI	10	20	0	30						
VBP	100	80	50	230						

La columna de importaciones de bienes finales ($-\boldsymbol{MF}$) se deduce calculando primero las demandas finales como diferencia entre los valores brutos de producción nacional y las ventas intermedias ($\boldsymbol{D} = \boldsymbol{VBP} - \boldsymbol{VI}$), y luego deduciendo de la demanda final los demás componentes que son conocidos ($\boldsymbol{MF} = \boldsymbol{D} - \boldsymbol{C} - \boldsymbol{I} - \boldsymbol{X}$).

Respuesta 14.6

La matriz de coeficientes técnicos será (dividiendo cada columna por su respectiva VBP):

	P	S	T
P	0	0.25	0
S	0.50	0	0.60
T	0	0.25	0
CI	0.50	0.50	0.60
S	0.20	0.19	0.20
G	0.20	0.06	0.20
F	0.40	0.25	0.40
M	0.10	0.25	0
Total	1.00	1.00	1.00

La inversa del Leontief resulta ser:

$$(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1} = \begin{bmatrix} 1.172 & 0.345 & 0.207 \\ 0.690 & 1.379 & 0.828 \\ 0.172 & 0.345 & 1.207 \end{bmatrix}$$

Respuesta 14.7

Las importaciones intermedias pueden calcularse mediante

$$\boldsymbol{MI} = \boldsymbol{N}^T(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{D}$$

donde $\boldsymbol{N}^T$ es el vector fila de coeficientes de importación, m, y donde $\boldsymbol{D}$ toma los valores 120, 72 y 36.

$$\boldsymbol{MI} = 70.26$$

Puesto que la política del gobierno fue reducir $\boldsymbol{X} - \boldsymbol{MF}$ a cero, entonces este $\boldsymbol{MI}$ es el mismo saldo de la balanza comercial (negativo).

Respuesta 14.8

Los contenidos importados pueden calcularse de igual forma como el componente salarios o ganancias en el valor agregado, pues en economía abierta

$$\mathbf{1} = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}^T\right)^{-1} \boldsymbol{S} + \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}^T\right)^{-1} \boldsymbol{G} + \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}^T\right)^{-1} \boldsymbol{N}$$

En nuestro caso (en porcentaje):

$$\begin{bmatrix} 100 \\ 100 \\ 100 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 40 \\ 40 \\ 44 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 31 \\ 22 \\ 33 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 29 \\ 38 \\ 23 \end{bmatrix}$$

donde el último es el vector de requerimientos directos e indirectos de importaciones de insumos como porcentaje de la demanda final de cada sector. El sector terciario deja una mejoría neta de $77 en la balanza comercial por cada $100 de exportaciones, con ventaja sobre los otros sectores.

Bibliografía

Libros de texto y documentos metodológicos

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). "Metodología de la matriz insumo-producto (MIP)". Julio de 2013. http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia_matriz_insumo_producto_07_13.pdf

_______, "Documentos metodológico de la matriz de contabilidad social (MSC)". 2005. http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia_matriz_contabilidad_social.pdf

Naciones Unidas, FMI, EUROSTAT, OCDE y Banco Mundial, *Sistema de Cuentas Nacionales 1993*. ST/ESA/STAT/SER.F/2/REV.4 (http://unstats.un.org/unsd/sna1993/introduction.asp).

_______, *Handbook of Input-Output Table Compilation and Analysis*, ST/ESA/STAT/SER.F/74, New York, 1999.

Pyatt, G. y Jeffery Round (eds.), *Social Accounting Matrices, A Basis for Planning*, The World Bank, Washington, DC. 1985.

Sadoulet, Elizabeth y Alain de Janvry, *Quantitative Development Policy Analysis*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1995.

Schuschny, Andrés. Tópicos sobre el modelo de insumo-producto: teoría y aplicaciones. Serie 37 *Estudios estadísticos y prospectivos*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Santiago de Chile, 2005.

Thorbecke, Erik, "The Use of Social Accounting Matrices in Modeling". Paper prepared for the 26th General Conference of The International Association for Research in Income and Wealth. Cracow, Poland, 27 August to 2 september 2000. Revised version.

Matrices insumo-producto regionales

Banguero, Harold; Duque, Henry; Garizado, Paula; Parra, Diego. "Estimación de la matriz insumo producto simétrica para el Valle del Cauca - año 1994". Universidad Autónoma de Occidente, Grupo de Investigación Economía & Desarrollo GIED. Diciembre de 2006.

Bonet, Jaime. "La matriz insumo producto del Caribe Colombiano". Banco de la Republica, Centro de Estudios Económicos Regionales. *Documentos de trabajo sobre economía regional* No 15. Cartagena de Indias, 2000.

Departamento Administrativo de Planeación de Cundinamarca. "Cuentas económicas de Cundinamarca 1990-2002, Matriz insumo producto 2000, 2001, 2002". Secretaría de planeación, Departamento de Cundinamarca.

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. "Metodología de cálculo de la matriz simétrica insumo producto distrital 2007 y la matriz de multiplicadores de empleo 2007". Bogotá, 2010.