57

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA

ANALISIS CUALITATIVO DE INSUMO-PRODUCTO PARA LA ECONOMIA MEXICANA: UN ENFOQUE ESTRUCTURAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMIA

P R E S E N T A

ESTELA LOPEZ AGUILERA

DIRECTOR: DR. PABLO RUIZ NAPOLES

MAYO DE 2000

279130

DEDICATORIA

A mis padres, por el amor, la confianza y el apoyo que me han brindado durante toda la vida.

A mi hermana Carolina, por todos los momentos, tanto felices como difíciles, que hemos pasado juntas. Por tu cariño, tu compañía y tus consejos. Por ser mi mejor amiga.

A mi hermano Armando, por todos los momentos que hemos pasado.

A Rafael, por haber estado conmigo durante esta etapa de mi vida. Por tu invaluable cariño y apoyo que me brindaste en incontables momentos.

A mis amigos: Natllely, Sonia, Vanessa, Alma Rosa, Anjanette, Verónica y Rodrigo, por estar siempre conmigo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Economía, por darme la oportunidad de ser parte de ellas.

A mis profesores, por haber compartido conmigo sus conocimientos.

Al Dr. Pablo Ruiz Nápoles y al Mtro. José Valentín Solís y Arias, por el tiempo y la atención que dedicaron para orientar, supervisar y corregir la elaboración de esta tesis. Por todo el apoyo que me han brindado.

A mis sinodales, por sus múltiples aportaciones que enriquecieron el trabajo final, especialmente al Dr. Martín Puchet Anyul.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Desde el título mismo de la publicación originaria de Leontief en materia de lo que hoy se conoce como economía interindustrial, se planteó un análisis estructural de la economía, así como el desarrollo del llamado insumo-producto como la herramienta que permite describir y analizar una economía con un alto nivel de desagregación.

Las exposiciones existentes planteadas por el propio Leontief y otros economistas han enfatizado distintos métodos para la lectura, análisis e interpretación de las matrices de insumo-producto. Existen, desde la década de los cincuenta, obras que hoy se consideran clásicas en la materia, como es el caso del libro de N. Rasmusen (1956), titulado *Relaciones intersectoriales*, en el cual se derivan diversos indicadores extraídos de la matriz de insumo-producto para caracterizar la naturaleza de la interdependencia económica descrita en ese modelo. Otro caso son las comparaciones de las estructuras productivas de economías desarrolladas, publicadas por Chenery y Watanabe (1964), en su artículo *Intenational comparisons of the structure of production*, en el cual se realizan, triangulaciones de la matriz insumo-producto, una clasificación funcional de los distintos sectores en el proceso económica, vgr sectores orientados a abastecer el consumo final, sectores orientados al abastecimiento de otras ramas industriales, sectores de producción primaria, sectores de servicios, así como otras medidas que pueden caracterizar la estructura de una economía. Para los países en desarrollo una de las aplicaciones clásicas del insumo-producto es la derivación de índices de encadenamiento de los sectores productivos presentado por Lewis (1957), mediante los cuales el autor pretende caracterizar los sectores estratégicos que deben ser apoyados para un rápido crecimiento de este tipo de economías. Esta obra desató una polémica con relación al tipo de crecimiento que podría proponerse a países atrasados (la famosa polémica de crecimiento balanceado contra crecimiento no balanceado).

La importancia del modelo insumo-producto hoy es incuestionable y las conferencias internacionales auspiciadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en materia de contabilidad social han incorporado dentro de su cuerpo analítico este tipo de matrices.

El análisis estructural, que tiene por objeto el estudio de una estructura (por ejemplo la estructura económica de un país) cuenta hoy con buenos instrumentos de confección de tablas de flujos interindustriales y una buena cantidad de herramientas analíticas para explotar estas bases informativas. Por lo que más de ciento cincuenta países en el mundo compilan sistemáticamente estas tablas.

Los esfuerzos colectivos realizados después de las publicaciones originarias de Leontief sólo tienen como explicación la necesidad de contar con una visión más completa que la que proporciona el análisis macroeconómico.

Las herramientas analíticas desarrolladas en la década de los cincuenta del análisis estructural tuvieron un nuevo auge hacia el final de la década de los setenta cuando un grupo de economistas franceses propuso la utilización de nuevas herramientas aplicadas al modelo insumo-producto. Este es el caso de la teoría de gráficas y la teoría de conjuntos. En su forma original estos trabajos no tuvieron la divulgación de aquellos desarrollados en la década de los cincuenta debido a lo relativamente obscuro de sus presentaciones y a la complejidad de su desarrollo matemático. Estos estudios quedaron confinados a un reducido grupo de especialistas. No fue sino hasta 1984 cuando Defourny intentó despojar a estas herramientas de una exposición matemática sofisticada, haciéndola ésta más asequible y reinterpretando los desarrollos originales en la teoría con teoremas del álgebra lineal. Esto derivó, en años recientes, en la utilización más extensa de estas herramientas, dando paso a lo que hoy se conoce como el análisis cualitativo de insumo-producto. En este enfoque las gráficas asociadas a la matriz de insumo-producto se convierten en matrices un poco más sencillas, dado que permiten manejar un grado de información grande sin necesidad de leer cada uno de los coeficientes técnicos, se lee cualitativamente la misma información en ambas matrices. A estas matrices derivadas de la original de insumo-producto se les conoce como *adyacentes*, y en vez de emplear el álgebra lineal, emplean el álgebra de Boole, mas asociada a una interpretación lógica que matemática.

Esta nueva interpretación me inspiró para recuperar textos de finales de la década de los setenta de la Universidades de Lyon y Liège que habían desarrollado técnicas de análisis de insumo-producto cualitativo empleando herramientas un tanto sofisticadas en términos matemáticos, pero que en mi opinión podian ser explicadas de una manera muy intuitiva, ya que su fundamento es la teoría de conjuntos y sus herramientas también el álgebra de Boole. A instancias de mi tutor me propuse hacer una presentación sencilla de este tipo de herramientas, en la que se enfatizan sus aplicaciones cuantitativas y cualitativas para matrices de la economía mexicana.

En el desarrollo de un indicador específico, conocido como el índice de circularidad global, que permite evaluar mediante comparaciones en el tiempo la evolución de la economía, percibí que en el caso de la economía mexicana, se había presentado en apariencia la desarticulación de ciertos procesos productivos, que el índice en cuestión no permitía identificar. Las hipótesis alrededor de este comportamiento asocian este fenómeno a un reacomodo de procesos internos y dada la apertura registrada desde 1983 a una posible integración con los procesos de la economía norteamericana. Esta interpretación tiene incluso bases en nuestra vida cotidiana que le podrían dar sustento, ya que hoy los consumidores nacionales, por ejemplo, consumen aparatos electrodomésticos construidos casi en su totalidad en el exterior, cuando en la década de los setenta se producían con un 100% de integración televisiones en nuestro país. Otro ejemplo es el de la industria alimentaria en la cual los consumidores adquieren muchos productos que, teniendo etiquetas en español y distribuidos por empresas que antes los fabricaban en México, hoy son de origen estadunidense.

Esta hipótesis de un reacomodo de la estructura económica mexicana, como consecuencia de la apertura y del Tratado de Libre comercio de América del norte (TLCAN) debía ser sustantivada, es decir, no se trataba únicamente de tener un indicador global que sugiriera esta realidad sino localizar cuáles sectores específicamente estaban integrándose a los circuitos de la producción norteamericana.

La exploración de los más de 10 mil coeficientes que contienen las matrices de insumo producto derivados de las tablas de flujos interindustriales (de transacciones internas y transacciones totales) para un solo año, y contando con matrices de los años 1980, 1985 y 1990 implicaba una perspectiva de estudio sistemático de 30 mil coeficientes. Tan abundante material, demanda la necesidad de contar con un análisis sistemático que pudiera identificar de alguna manera el cuerpo básico de la estructura de la economía mexicana. Este es otro de los propósitos del desarrollo de mi tesis, en adición a aquellos de divulgación mencionados anteriormente.

Como ocurre en otras disciplinas, la adopción de ciertos tecnicismos es indispensable y probablemente quienes sean lectores de esta tesis deban tener algunos antecedentes de los fundamentos del análisis de insumo-producto y su terminología. A pesar de eso y, pensando en el lector que no conoce el modelo de Leontief, en mi tesis introduzco una explicación del modelo de Insumo-Producto para que sirva como antecedente para tener una perspectiva del análisis cualitativo de este modelo hoy día.

Una de las limitaciones de este trabajo es que la información de las matrices de flujos interindustriales están disponibles hasta el año de 1990, cuando ya nuestra economía se había integrado al GATT, pero aun no se suscribía el TLCAN. Los resultados que obtengo, por lo tanto, son fragmentarios e incompletos; sin embargo, el desarrollo analítico aquí propuesto puede ser utilizado cuando se tenga información más actualizada.

Metodológicamente, este trabajo trata de observar cómo interactúan las distintas ramas de la producción, ésta es la sustancia del análisis de insumo-producto. En esencia el modelo de insumo-producto describe un sistema donde interactúan distintos sectores y actividades.[1] Las interrelaciones entre estas distintas partes de la economía son plasmadas en la tabla de insumo-producto donde los sectores son representados de dos formas: como oferentes y como demandantes de bienes y servicios. Y, por las características del modelo, es posible rastrear los cambios más importantes en el sistema económico.

El enfoque de insumo-producto permite la representación de aspectos complejos de una manera sencilla, y se pueden analizar cambios a lo largo del tiempo si se dispone de varias tablas.

Leontief veía los cambios observados en las tablas como determinados por el cambio tecnológico que se convierte, de ésta manera, en el

[1] Para un mejor entendimiento del enfoque de insumo-producto léase Nauphal (1999)

determinante de la estructura de una economía y como la fuente de la interdependencia.

El análisis estructural permite rastrear y conocer la forma en que precisamente están relacionadas las distintas ramas de la producción. Y lo logra a través del estudio de una relación específica entre ellas: aquella que se da entre la que le compra o le vende a otras distintas ramas económicas. Esta relación es llamada la "influencia" de una rama respecto a otras, dado que una rama influye a otra(s) cuando le(s) vende sus productos, y una rama es influida por otra(s) al comprar productos de ellas.

Un tipo de análisis estructural que permite encontrar aquellas ramas principales que le venden o le compran a muchas otras ramas es el análisis estructural cualitativo. Estas ramas serán las más dinámicas y, en cierto sentido, "estratégicas", dado que cualquier incremento en la producción de las mismas generará incrementos mayores en las compras de ésta rama al resto de la economía o incrementos mayores en las ventas de esta rama al resto de la economía. Por lo tanto, sólo hay que pensar en el efecto expansivo que tendría un estímulo o apoyo a éstas ramas "estratégicas" sobre el resto de la economía.

El presente estudio pretende precisamente localizar estas ramas estratégicas, que por ser las más dinámicas constituirán por sí mismas el llamado "esqueleto de la economía". El análisis que se lleva a cabo permite comparar las ramas estratégicas de la economía mexicana de 1980 con las de 1990.

Algunos estudios[2] han comprobado empíricamente que el grado de desarrollo de una economía está ligado con el grado de articulación de sus distintas ramas económicas. Este grado de articulación es llamado también el "grado de interdependencia" y el análisis de insumo-producto ha permitido desarrollar un índice que mide el grado de interdependencia que existe entre las distintas ramas de una economía; éste se llama índice de circularidad global.

En el primer capítulo de este estudio se calcula éste índice que nos proporciona información global de la estructura económica. Se dice que esta información es global porque es obtenido de una estructura completa, es decir, toma en cuenta todas las ramas de la economía, no sólo un grupo de ramas como podría ser, por ejemplo, el grupo de ramas que conforman un sector. El análisis de éste índice permitirá realizar un primer acercamiento al grado de articulación de las distintas ramas de la economía mexicana y por lo tanto al grado de desarrollo de la misma.

Sin embargo, este análisis no nos dice nada sobre cada rama o sector económico, y mucho menos de aquellas ramas estratégicas que componen el "esqueleto" de la economía. Para hacer este análisis es que se usa el análisis cualitativo de insumo-producto, el cual se ha desarrollado a través de la teoría de gráficas y de la teoría de conjuntos.

En el segundo capítulo se desarrollan aquellos conceptos que utiliza la teoría de gráficas para identificar los sectores estratégicos de la economía

---

[2] Como por ejemplo véase Defourny, J. (1982)

mexicana en el año de 1980 y se comparan con los de 1990. Esta comparación identifica los cambios de un año a otro y, por lo tanto, refleja el cambio *estructural* de la economía mexicana. Sin embargo, debe señalarse que para hacer este análisis se necesita sumar o en lenguaje matricial agregar ramas dentro de las matrices lo que limita, en cierto grado, los resultados que se puedan obtener, dado que estos reflejarán relaciones entre sectores de la economía conformados por varias ramas económicas.

Dado que el análisis cualitativo basado en la teoría de gráficas no permite el manejo de información a nivel de rama, en el tercer capítulo se incorpora el uso de la teoría de conjuntos, mediante este desarrollo se identificarán no sólo aquellos sectores estratégicos, sino las ramas más importantes que conformarán el esqueleto de la economía en los años de 1980 y 1990. La comparación entre estos años permite saber si la economía se ha integrado más o si, por el contrario, se ha desintegrado. Pero no sólo eso, además se podrán conocer las relaciones que aparecen o desaparecen entre los distintos sectores de la economía y las ramas que hacen posible nuevas relaciones o que fueron afectadas por la desaparición de relaciones existentes.

A pesar de que ha habido un esfuerzo por parte de algunos autores de simplificar las exposiciones del análisis cualitativo de insumo-producto, no existen manuales o libros de texto sobre el tema, prácticamente todas sus herramientas están incorporadas en artículos de análisis especializado. Este

CAPÍTULO 1. El modelo insumo-producto y algunas relaciones de influencia económica.

Para tener un completo entendimiento de las herramientas usadas para el análisis cualitativo de insumo-producto presentadas en los tres capítulos siguientes es necesario conocer los modelos en los que está basado. En la primera parte de este capítulo se hace referencia tanto a los modelos clásicos de Leontief como a los modelos de movimientos relativos presentados por P. Auray, G. Duru y M. Mougeot (1981). En la segunda parte del capítulo se presenta un ejemplo numérico para derivar las matrices de absorción y de entregas. Por último, en la tercera parte del capítulo se introducen algunos conceptos sobre análisis estructural e influencia económica, usando como marco teórico la teoría de gráficas. En este último capítulo se presenta también un primer análisis sobre la integración de la economía mexicana usando índices de interdependencia globales, que permitirán sacar algunas conclusiones sobre la integración de la economía. En la parte final del capítulo se introducen algunos conceptos básicos del análisis cualitativo.

1.1 Insumo-producto: el modelo de absorción y el modelo de entregas.

El modelo de insumo-producto parte del diseño de una tabla de flujos interindustriales, es decir, una tabla de entradas y salidas de producción que se intercambia entre distintos sectores y que, finalmente, se transfieren al consumo final de bienes. La tabla consta de cuatro cuadrantes en la cual se contabilizan las identidades básicas de un sistema de cuentas nacionales. En esta tabla los sectores juegan un doble papel: como oferentes y demandantes.

En cada cuadrante se pueden leer horizontal y verticalmente las identidades contables. En el primer cuadrante se registran las compras y ventas intermedias; en el segundo las compras y ventas de bienes para consumo final; en el tercero los pagos a los factores primarios, es decir, el valor agregado; y en el cuarto cuadrante el consumo del gobierno, es decir, transferencias que favorecen el consumo privado, éstas pueden interpretarse como parte del consumo de los factores primarios en el consumo final. Estas transacciones no se incluyen en la mayoría de los modelos interindustriales, pero deben registrarse para ser compatibles los totales de la contabilidad nacional.

Esquemáticamente:

Cuadrante I
Insumos intermedios

$$\begin{array}{|llll|}
\hline
X_{11}\, X_{12} \;.\;.\;.\;. & X_{1j} \;.\;.\;.\;.\;. & X_{1n} & \\
X_{21}\, X_{22} \;.\;.\;.\;. & X_{2j} \;.\;.\;.\;.\;. & X_{2n} & \\
\;.\quad\;. & \;. & \;. & \\
\;.\quad\;. & \;. & \;. & \\
X_{i1}\, X_{i2} \;.\;.\;.\;. & X_{ij} \;.\;.\;.\;.\;. & X_{in} & \\
\;.\quad\;. & \;. & \;. & \\
\;.\quad\;. & \;. & \;. & \\
X_{n1}\, X_{n2} \;.\;.\;.\;. & X_{11} \;.\;.\;.\;.\;. & X_{nn} & \\
\hline
\end{array}$$

Cuadrante II
Demanda final Demanda total=VBP

$$\begin{array}{|c|}
\hline
Y_1 \\ Y_2 \\ . \\ . \\ Y_i \\ . \\ . \\ . \\ Y_n \\
\hline
\end{array}
\qquad
\begin{array}{|c|}
\hline
X_1 \\ X_2 \\ . \\ . \\ X_i \\ . \\ . \\ . \\ X_n \\
\hline
\end{array}$$

Cuadrante III

$$\begin{array}{|l|}
\hline
V_1 \quad V_2 \;.\;.\;.\;. \; V_j \;.\;.\;.\;. \; V_n \\
\hline
\end{array}$$

Cuadrante IV

$$\begin{array}{|c|}
\hline
V \\
\hline
\end{array}$$

$$\begin{array}{|l|}
\hline
X_1 \quad X_2 \;.\;.\;.\;. \; X_j \;.\;.\;.\;. \; X_n \\
\hline
\end{array}$$

Oferta
Total = VBP

donde:
X_{ij} : Valor monetario del consumo del producto i por la rama j.
X_j : Valor monetario de la producción total de la rama j.
Y_i : Valor monetario de la demanda final del producto i.
V_j : Valor agregado de la rama j.
VBP: Valor Bruto de la Producción

En el cuadrante I se representan los flujos de consumo intermedio del producto i por la rama j. La fila se lee como las cantidades que i aporta a las diferentes actividades, es decir, lo que la rama i le vende al resto de las ramas económicas. Por columna se lee lo que la rama i le compra al resto de las ramas económicas.

El cuadrante II representa la demanda final desagregada por clase de producto, y por agentes finales. Aquí sólo se muestra el total para cada rama i.

El cuadrante III representa el valor agregado de cada rama, el cual está compuesto por salarios, ganancias, impuestos indirectos, etc.

El cuadrante IV representa el consumo del gobierno, es decir, la redistribución de los impuestos por parte del gobierno hacia los sectores de la producción. Si bien estas transacciones no se incluyen en el modelo de Leontief, se deben registrar para que cuadre la tabla de flujos interindustriales.

Describiendo algebraicamente al sistema, se tiene:

$$\left.\begin{array}{lllllll} X_1 = & X_{11} & + X_{12} & + \; . \; . \; . \; . \; . & + X_{1n} & + & Y_1 \\ X_2 = & X_{21} & + X_{22} & + \; . \; . \; . \; . \; . & + X_{2n} & + & Y_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ X_n = & X_n & + X_n & + \; . \; . \; . \; . \; . & + X_{nn} & + & Y_n \end{array}\right] \blacktriangleright$$

donde:
X_n : producto total del sector j
X_j : la parte del producto del sector i que se destina a ser materia prima en el sector j;
Y_n: la demanda final de la rama i.

Hasta este punto no existe ninguna hipótesis del comportamiento de la economía, sino sólo una descripción contable de la misma. Sin embargo, para confeccionar esta tabla se tienen que hacer varios supuestos de agregación y valuación de la producción. Es en este punto donde se introduce el concepto de sector. Las actividades que producen un mismo tipo de bien, por ejemplo, el maíz, se consolidan en un solo sector denominado agrícola (cada columna va a estar referida a un solo producto, y deja de lado la posibilidad de obtener subproductos al producir algo). La noción de sector industrial conduce, además de una gran simplificación, a muchas ventajas matemáticas ya que los flujos interindustriales monetizados se pueden sumar por hileras y columnas. Así mismo, un sector en los términos propuestos por Leontief producirá exclusivamente un producto[3], y empleará un único método de producción. La introducción de un sistema de precios para poder expresar los flujos productivos en términos monetarios puede conducir a muchas interpretaciones del mecanismo que genera la observación dada, en una tabla de flujos interidustrales.

Leontief platea un modelo teórico que es compatible con las observaciones dadas en las tablas de flujos interidustriales. En su formulación original el modelo es una simplificación de un sistema de equilibrio general. Este sistema se compone de cuatro grupos de ecuaciones:

Las funciones del mercado de factores.

Las funciones de demanda del mercado de bienes.

Las ecuaciones de oferta y demanda de bienes y factores.

Las ecuaciones de precio-costo.

La simplificación propuesta por Leontief es que dos grupos de ecuaciones de los cuatro mencionados se determinan exógenamente, la oferta de factores (el valor agregado) y la demanda final. Tenemos por lo tanto que el producto de cada sector estará determinado independientemente de los precios dados por las

[3] Este supuesto es el que permite que los vectores del sistema sean linealmente independientes.

ecuaciones precio-costo. En el modelo de insumo-producto el mercado de factores se compone exclusivamente por el factor trabajo.

Los supuestos adicionales en el modelo de Leontief son: las funciones de producción son lineales, homogéneas y de primer grado; coeficientes técnicos fijos y producción no conjunta. Este último supuesto se cumple dado el concepto de sector introducido en las tablas de flujos interindustriales, es decir, un sector produce exclusivamente un producto.

En relación a las funciones de producción Leontief sostiene que:

> " la relación técnica entre el producto físico de una industria y la cantidad de todos los diferentes elementos del costo absorbidos en la producción.... describen la función de producción industrial" (Leontief, 1958, p.50.)

Es decir, los costos de un sector son: "estrictamente proporcionales a la cantidad de producto".(Ibid. p.51).

Con relación a los coeficientes técnicos fijos, esta idea se deriva que la función de producción arriba descrita es lineal y homogénea de manera que dada la existencia de un solo factor productivo (trabajo) que varía en proporción al producto, se generan coeficientes constantes para los precios de dicho factor. Esto implica que no es posible la sustitución de factores en el modelo de insumo-producto y los precios se determinan por las condiciones de la producción sin referirse a las fuerzas de la demanda, es decir, que el precio de un bien es exclusivamente el costo de trabajo directa e indirectamente incorporado en la producción de una unidad de ese bien. Las variaciones en los niveles de demanda no alteran los precios y lo único que varía es el nivel de producción asociado a ese requerimiento de la demanda.

La compatibilidad entre la construcción teórica del modelo y las observaciones empíricas de las tablas de flujos, permiten estudiar el equilibrio para distintos niveles de demanda establecida o distintas aplicaciones del factor trabajo (valor agregado), generándose en ambos casos un determinado nivel de producción. Analíticamente la consistencia se describe como la reproducibilidad del sistema (condiciones de Hawkins y Simon) que quiere decir que para producir una unidad de cualquier bien no se requiere mas de una unidad del mismo como insumo tanto directa como indirectamente y que por otra parte el sistema genera un excedente que se destina al consumo final (una parte de ese consumo es la formación bruta de capital, lo que permitiría construir un modelo dinámico con formación de capital endógeno).

Formalmente:

$$X_{ij} = a_{ij}X_j \Rightarrow a_{ij} = X_{ij} / X_j$$

donde a_{ij} : coeficiente técnico

Sustituyendo la función de producción en el sistema contable se tiene:

$$\left.\begin{array}{l}
X_1 \equiv a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \ldots\ldots + a_{1n}X_n + Y_1 \\
X_2 \equiv a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \ldots\ldots + a_{2n}X_n + Y_2 \\
\vdots \\
X_n \equiv a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \ldots\ldots + a_{nn}X_n + Y_n
\end{array}\right]$$

Las ecuaciones están expresadas como identidades porque la relación entre oferta y demanda debe satisfacerse siempre. Estas igualdades pueden satisfacerse a través de cambios en las existencias o en las importaciones, por lo que no es necesario suponer una condición de equilibrio entre la demanda del bien i-ésimo y su producción. Este, es un equilibrio *ex post*, que se ha alcanzado después de un proceso en el tiempo.

Ahora, si separamos el cuadrante I, de insumos intermedios, del resto de los cuadrantes, lo representaríamos en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2j} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = AX = Z$$

Definiendo a **X** y **Y** como vectores y a la matriz **A** :

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} ; \quad Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} ; \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2j} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{11} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

el sistema es:

$X = AX + Y$

La matriz de Coeficientes **A**, es una matriz cuadrada y se dice que es una matriz no-negativa dado que:

$A = \{a_{ij}\}, a_{ij} \geq 0, \forall ij$

pero además:

$A = \{a_{ij}\} \mid 0 \leq a_{ij} < 1, \forall ij$

En sentido estricto $\sum_1^n a_{ij} < 1$ porque si fuera $\sum_1^n a_{ij} = 1$ no tendríamos excedente, es decir, Y=0, la demanda final sería cero. Como nunca se consume más de lo que se produce, entonces, $\sum_1^n a_{ij} < 1$, $i,j = 1,\ldots,n$.

El análisis económico del modelo se efectúa a partir de dos hipótesis, una sobre la estructura de producción y otra sobre la de las ventas.[4]

Expresando el sistema matricialmente se tiene que:

[1] $X = AX + Y$
[2] $X - AX = Y$
[3] $(I-A)X = Y$

donde:
AX = matriz de demanda intermedia,
Y = vector de demanda final y
X = vector de producción bruta.

Así, la última ecuación representa el modelo abierto de Leontief, porque la demanda final es una variable exógena al modelo.

Por construcción esta ecuación matricial siempre tiene solución, porque los vectores de **(I-A)** son linealmente independientes.[5]

El objeto del sistema es satisfacer una demanda final, que puede interpretarse como cierto nivel de consumo.

[4] Para un desarrollo más formal de las hipótesis, ver Auray, Duru y Mougeot (1981).
[5] La invertibilidad de la matriz (I-A) se cumple bajo ciertas condiciones llamadas de Hawkins-Simon (1949), que son las que aseguran la existencia de solución y la independencia lineal de los vectores mencionados.

Es decir, este modelo responde a la pregunta: dada esta tecnología **(I-A)** qué nivel de producción **X** debo tener para satisfacer el nivel de consumo o demanda Y. Los datos son (I-A) y Y.

En este modelo siempre existe una variable o vector que se puede fijar exógenamente, ya sea la producción X, o la demanda final Y.

Retomando[6] [3] y dado que existe la inversa[7] de (I-A) podemos reescribir dicha ecuación como:

[4] $(I\text{-}A)^{-1}(I\text{-}A)X = (I\text{-}A)^{-1}Y$

y simplificando

[5] $X = (I\text{-}A)^{-1}Y$

Entonces para una demanda final dada Y, podemos obtener el vector de producción bruta X.

La matriz $(\mathbf{I\text{-}A})^{-1}$ es una expresión cuyos elementos capturan los efectos directos e indirectos de cualquier cambio en el vector exógeno Y.

Se puede demostrar que:

[7] $(I\text{-}A)^{-1} = \lim_{n\to\infty} (I + A + A^2 + A^3 + \ldots\ldots\ldots\ldots A^n)$

donde $A + A^2 + A^3 + \ldots\ldots\ldots\ldots A^n$ representan los efectos directos e indirectos de cualquier cambio en el vector Y.

Sustituyendo [7] en [6] para un n suficientemente grande

[6] Este desarrollo matemático está tomado de: Bulner-Thomas (1982).

[7] Dada la forma en que están construidas las matrices, cada sector es un productor único, con una única tecnología dada, no hay posibilidades de que una columna influya a la otra, es decir, son independientes.

[8] $X = (I + A + A^2 + A^3 + \ldots\ldots\ldots\ldots A^n)Y$

ó

[9] $X = Y + AY + A^2Y + A^3Y + \ldots\ldots\ldots A^nY$

La ecuación [9] nos muestra cómo la producción bruta de cualquier sector se obtiene vuelta tras vuelta. En la primera vuelta (Y) están las entregas del producto a la demanda final en sí misma. Para satisfacer estas entregas, cada sector hace demandas directas de insumos intermedios (**AY**) a los otros sectores, para satisfacer estas demandas, estos otros sectores tendrán que demandar insumos intermedios (**A^2Y**) de otros sectores y así sucesivamente. Es claro que conforme van avanzando las vueltas los insumos intermedios demandados (**A^nY**) irán disminuyendo. Bulmer-Thomas (1982) muestra cómo para un país en desarrollo el valor de **$(I-A)^{-1}$** se puede alcanzar en un 95% después de 6 vueltas. Lo que nos lleva a pensar que éstos países tienen procesos productivos con pocos encadenamientos productivos.

En la primera vuelta se presentarán los efectos directos ante un cambio en la demanda final, en la segunda vuelta los primeros efectos indirectos ante este mismo cambio, en la tercera vuelta, los segundos efectos indirectos y así sucesivamente.El resultado final estará contenido en **$(I-A)^{-1}$**, la matriz que expresa la suma de los efectos directos e indirectos.

Resumiendo se tienen:

A: matriz de coeficientes técnicos
(I-A): matriz de gastos directos de Leontief
$(I-A)^{-1}$: matriz de gastos totales o inversa de Leontief

Existe otra matriz que podemos derivar de la matriz de flujos intersectoriales: esta es la matriz de entregas **E**.

Los coeficientes de entrega e_{ij} de esta matriz se obtienen dividiendo el valor monetario de los productos de la rama i(filas) entregados a la rama j(columnas), entre el valor de la producción bruta de la rama i. [8]

Esto es:

$e_{ij} = X_{ij}/X_i$

Si se admite una estabilidad en la estructura de ventas se puede tener:

$\forall i,\ 1 \leq i \leq n\ ;\ \forall j,\ 1 \leq j \leq n \qquad X_{ij} = e_{ij}\, X_j$

El sistema de ecuaciones sería:

$$
\begin{aligned}
X_1 &\equiv e_{11}X_1 + e_{12}X_2 + \ldots\ldots + e_{1n}X_n + VA_1 \\
X_2 &\equiv e_{21}X_1 + e_{22}X_2 + \ldots\ldots + e_{2n}X_n + VA_2 \\
&\vdots \\
X_n &\equiv e_{n1}X_n + e_{n2}X_2 + \ldots\ldots + e_{nn}X_n + VA_n
\end{aligned}
$$

En forma simplificada sería: $\sum e_{ij} \cdot X_i + VA_j = X_j \quad \forall j,i=1\ldots.n$

[8] Más adelante se presenta un ejemplo numérico, en donde quedará más claro la construcción de esta matriz.

y expresado matricialmente:

$$\begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} \ldots & e_{1j} \ldots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} \ldots & e_{2j} \ldots & e_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_{i1} & e_{i2} \ldots & e_{ij} \ldots & e_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_{n1} & e_{n2} \ldots & e_{nj} \ldots & e_{nn} \end{bmatrix} + (VA_1,\ldots,VA_n)=X'E+VA'$$

donde e_{ij} representa la proporción de la producción que la rama i vende o entrega a la rama j y se llama el coeficiente de entrega de i a j.

Las proporciones de demanda (intermedias o finales) de un mismo producto son invariables cuando la demanda total de ese bien varía. Lo que es equivalente a decir, que existe una matriz **E** = (e_{ij}) invariable cuando pasamos de la situación de equilibrio a la situación analizada.

Expresando el modelo matricialmente:

[10] $X= EX + VA$

[11] $X- EX = VA$

[12] $(I-E)X = VA$

Suponiendo que existe la inversa de **(I-E)** podemos volver a escribir [12] como:

$(I-E)^{-1} (I-E) X = (I-E)^{-1}VA$

y simplificando

$X = (I-E)^{-1} VA$

Este sería el modelo abierto de entregas, en tanto considera al VA como una variable exógena. Mientras que a_{ij} son absorciones de cantidades absolutas de productos, es decir, lo que absorbe j de i, e_{ij} son incrementos porcentuales o relativos de productos, es decir, cuánto incrementa la producción de la rama j en relación con el incremento de la rama i. Esta afirmación quedará más clara con las exposiciones siguientes. Primero se demostrará la equivalencia de las dos matrices.

$$a_{ij} = X_{ij}/X_j = \{X_{ij}/X_i\} \cdot \{X_i/X_j\} = e_{ij} \cdot \{X_i/X_j\}$$

por lo tanto el coeficiente a_{ij} es equivalente al coeficiente e_{ij} , siempre y cuando e_{ij} se multiplique por el cociente X_i/X_j.

Las dos matrices, la de absorción y la de entregas, presentan varias relaciones entre ellas, la primera es que ambas tienen el mismo determinante:

$$\det(I-E)^{-1} = \det(I-A)^{-1}$$

Ahora, sean:

$$(I-A)^{-1} = \{\tau_{ij}\} = T$$

y

$$(I-E)^{-1} = \{\pi_{ij}\} = \Pi$$

se puede demostrar que existe además otra relación interesante entre ambas matrices, la cual es:[9]

[9] Para una demostración de estas relaciones ver Mougot , Auray y Duru (1981) pp. 697-706.

$\tau_{ij} \cdot X_j = X_i \cdot \pi_{ij}$

o, lo que es lo mismo:

$(I-A)^{-1} \hat{X} = \hat{X} (I-E)^{-1}$

donde $\hat{X}$ es la matriz diagonal formada con el vector X, ahora llamaremos elasticidad directa de X_j con respecto a X_i a la razón entre la variación relativa $\Delta X_j/X_j$ inducida por una variación en X_{ij} y la variación relativa inicial $\Delta X_i/X_i$.

Tal que:

$\Delta X_j/X_j = e_{ji} \cdot \Delta X_i/X_i$

donde e_{ji} son los coeficientes de entrega de **E**.

Estas relaciones nos permiten llegar a otra relación más que llamaremos elasticidad global por línea:

$\mathcal{E}_{GL} = \{\Delta X_j/X_j\} / \{\Delta X_i/X_i\} = \pi_{ji}$

De esta forma es posible demostrar que:

$\sum_i (\Delta Y_i/Y_i)\pi_{ij} = \Delta X_j/X_j$

En esta expresión se tiene una matriz de multiplicadores que transforma directamente los incrementos porcentuales de la demanda final en incrementos porcentuales del valor de la producción bruta.

Paralelamente, se llama elasticidad global por columna a la razón entre la variación relativa $\Delta X_i/X_i$ inducida por una variación ΔX_{ji} y la variación relativa inicial $\Delta X_j/X_j$:

$\mathcal{E}_{GC} = \{\Delta X_i/X_i\} / \{\Delta X_j/X_j\} = \tau_{ji}$

Es posible demostrar que:

$\sum_j e_{ij} (\Delta VA_j/VA_j) = \Delta X_i/X_i$

De esta forma $\mathbf{(I\text{-}A)^{-1}}$ puede ser interpretada como la matriz que mide cambios en el valor agregado. En el anexo I se presenta el desarrollo que permite llegar a la conclusión de que las matrices $\mathbf{(I\text{-}A)^{-1}}$ y $\mathbf{(I\text{-}E)^{-1}}$ puedan interpretarse como matrices que miden cambios relativos. Este desarrollo se ejemplifica en el siguiente apartado.

P.Auray, G. Duru y M. Mougeot (1981) explican cómo la influencia transmitida por las compras, es una influencia por las cantidades a precios estables, y justifica el uso de un modelo vertical y el cálculo usando los elementos de $\mathbf{(I\text{-}E)^{-1}}$. Y que la influencia transmitida por las ventas es una influencia por los precios a cantidades constantes, que justifica el uso de un modelo horizontal y el cálculo usando los elementos de $\mathbf{(I\text{-}A)^{-1}}$.

El modelo de IP clásicamente se resuelve en función de valores absolutos, cuya representación matricial es la ecuación anterior, pero el modelo también puede ser resuelto en función de valores relativos, su representación matricial es:

$(I\text{-}E)^{-1} \cdot \Delta Y/Y = \Delta X_j/X_j$

donde **E** es la misma matriz de coeficientes técnicos, pero leída sobre sus filas, es decir, sobre las entradas o la oferta.

1.2 Ejemplo de construcción de los modelos de absorción y de entregas.

Una vez explicados matemáticamente el modelo de absorción y el modelo de entregas procederemos a presentar un ejemplo usando la matriz de transacciones totales de México agregada a 3 sectores.[10]

Los datos son:

$$AX=\begin{bmatrix} 69286 & 399188 & 2096 \\ 84572 & 985011 & 218914 \\ 36571 & 367865 & 369118 \end{bmatrix} \quad X=\begin{bmatrix} 702522 \\ 3072403 \\ 3140482 \end{bmatrix}$$

$$Y=\begin{bmatrix} 231952 \\ 1783906 \\ 2366928 \end{bmatrix} \qquad VA=\begin{bmatrix} 512093 \\ 1320339 \\ 2550354 \end{bmatrix}$$

que forman un sistema de ecuaciones para especificar el modelo de absorción.

$$\begin{aligned} 702522 &= 69286 + 399188 + 2096 + 231952 \\ 3072403 &= 84572 + 985011 + 218914 + 1783906 \\ 3140482 &= 36571 + 367865 + 369118 + 2366928 \end{aligned} \qquad [1]$$

y como sistema para especificar un modelo

$$\begin{aligned} 702522 &= 69286 + 84572 + 36571 + 512093 \\ 3072403 &= 399188 + 985011 + 367865 + 1320339 \\ 3140482 &= 2096 + 218914 + 369118 + 2550354 \end{aligned} \qquad [2]$$

La matriz de coeficientes técnicos se obtiene dividiendo los X_{ij} entre X_j:

$$A=a_{ij}=\begin{bmatrix} 69286/702522 & 399188/3072403 & 2096/3140482 \\ 84572/702522 & 985011/3072403 & 218914/3140482 \\ 36571/702522 & 367865/3072403 & 369118/3140482 \end{bmatrix}$$

[10] Para una presentación de la matriz completa ver el anexo II.

$$a_{ij} = \begin{bmatrix} .0986 & .1299 & .0006 \\ .1203 & .3205 & .0697 \\ .0520 & .1197 & .1175 \end{bmatrix}$$

donde a_{ij} son absorciones de cantidades absolutas de productos, lo que absorbe j de i.

Paralelamente la matriz de coeficientes de entregas se obtiene al dividir X_{ij} entre X_i:

$$E = e_{ij} = \begin{bmatrix} 69286/702522 & 399188/702522 & 2096/702522 \\ 84572/3072403 & 985011/3072403 & 218914/3072403 \\ 36571/3140482 & 367865/3140482 & 369118/3140482 \end{bmatrix}$$

$$e_{ij} = \begin{bmatrix} .0986 & .5682 & .0029 \\ .0275 & .3205 & .0712 \\ .0116 & .1171 & .1175 \end{bmatrix}$$

donde e_{ij} se interpretará como los incrementos porcentuales o relativos de productos: cuánto se incrementa la producción de la rama j en relación con el incremento en la producción de la rama i.

Calculando se tiene:

$$(I\text{-}A) = \begin{bmatrix} .9013 & -.1299 & -.0006 \\ -.1203 & .6794 & -.0697 \\ -.0520 & -.1197 & .8824 \end{bmatrix}$$

$$(I-E) = \begin{bmatrix} .9013 & -.5682 & -.0029 \\ -.0275 & .6794 & -.0712 \\ -.0116 & -.1171 & .8824 \end{bmatrix}$$

$$(I-A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.1404 & .2212 & .0183 \\ .2118 & 1.5337 & .1213 \\ .0959 & .2211 & 1.1507 \end{bmatrix} = T$$

$$(I-E)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.1404 & .9676 & .0819 \\ .0484 & 1.5337 & .1240 \\ .0214 & .2163 & 1.1507 \end{bmatrix} = \Pi$$

Los sistemas [1] y [2] representan equilibrio *ex post* y son situaciones iniciales. Ahora presentaremos lo que pasaría si la demanda del bien 1 aumentara en una unidad de manera exógena, es decir:

$$\Delta Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

¿Cuál será el efecto de este aumento de la demanda final sobre la producción?

La forma en que se transmiten las influencias como ya se ha dicho está contenida en $(\mathbf{I-A})^{-1}$, por lo tanto:

$$\Delta X = \begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.1400 \\ .2118 \\ .0959 \end{bmatrix}$$

donde: ΔX es la primera columna de la matriz $(\mathbf{I-A})^{-1}$. $\Delta X_1 =$ 1 y es igual al impacto inicial de $\Delta Y = 1$ y su variación relativa $\Delta X_1 / X_1 = 1/702522$;

$\Delta X_2 = .2118$ y su variación relativa $\Delta X_2 / X_2 = .2118/3072403$;
$\Delta X_3 = \ldots\ldots$

La influencia global relativa de la rama 1 a la rama 2 se puede expresar mediante un coeficiente que llamaremos[11] I_{12}, tal que:

$$\Delta X_2 / X_2 = I_{12} (\Delta X_1 / X_1)$$

despejando a I_{12}:

$$I_{12} = \{\Delta X_2 / X_2\} \big/ \{\Delta X_1 / X_1\} = \{\Delta X_2 / X_2\} \cdot \{X_1 / \Delta X_1\}$$

y sustituyendo por los valores calculados antes:

$$I_{12} = (.2118/3072403) \cdot (702522/1) = .04844082$$

que es precisamente el valor de π_{21}, es decir, los coeficientes de la matriz **$(I\text{-}E)^{-1}$** que son una elasticidad que mide el porcentaje de cambio de una rama j (columna) sobre una rama i (fila). Entonces $\pi_{11} = I_{11} = 1.14$ y $\pi_{31} = I_{31} = .0214$.

Por ejemplo, .04844 es la influencia que ejerce la rama 1 sobre la rama 2 y es la relación entre el incremento porcentual de ambas.

Sustituyendo π_{ji} por I_{ji}:

$$\Delta X_j / X_j = \pi_{ji} \cdot \Delta X_i / X_i$$

El nuevo equilibrio *ex post* por columnas sería:

702523.4002 = 69286.1381 + 399188.0275 + 2096.000064 + 231953
3072403.212 = 84572.16857 + 985011.0679 + 218914.0067 + 1783906
3140482.096 = 36571.07289 + 367865.0254 + 369118.0113 + 2366928

[11] Ver Auray, Duru y Mougeot (1981), Op. Cit., p. 716-717.

Para llegar a este equilibrio, a la producción bruta se le ha sumado ΔX, que es la primera columna de **(I-A)**$^{-1}$. Después, se modificó la matriz de flujos, multiplicando cada uno de los coeficientes de **A** por el nuevo valor de la producción. En cuanto a la demanda final **Y**, a ésta sólo se le agregó el incremento inicial de 1 unidad en el sector uno, que es la agricultura, quedando las otras demandas finales intactas.

Es importante destacar que al obtener una nueva matriz de coeficientes con estos valores se obtendrá la misma matriz **A** inicial. Es decir, ante cambios en la demanda final, los elementos de las columnas de **A** conservan sus coeficientes constantes.

Ahora vamos a suponer que el vector de valor agregado se modifica al pasar de un equilibrio a otro y que el nuevo sistema de entregas quedaría como sigue:

$$702523.4002 = 69286.1381 + 84572.16857 + 36571.07289 + 231953.2345$$
$$3072403.212 = 399188.0275 + 985011.0679 + 367865.0254 + 1783905.969$$
$$3140482.096 = 2096.000064 + 218914.0067 + 369118.0113 + 2366927.986$$

Para obtener este nuevo sistema, sólo se traspone el sistema anterior, y se calcula el nuevo valor agregado restándole a la nueva producción bruta **X** el nuevo consumo intermedio.

Pero ahora si calculamos con este nuevo sistema la matriz de entregas **E**, obtenemos la siguiente matriz, que es distinta que la original, por lo que se verifica que si **A** se mantiene constante, la matriz **E** cambia:

$$E = \begin{bmatrix} 0.098624669 & 0.120383419 & 0.052056733 \\ 0.129926966 & 0.320599544 & 0.119732014 \\ 0.000667413 & 0.069707134 & 0.117535461 \end{bmatrix}$$

sin embargo la relación

$$X_j \cdot \tau_{ij} = X_i \cdot \pi_{ij}$$

se mantiene constante al pasar de un equilibrio a otro.

Por el contrario, si hubiéramos modificado el vector del valor agregado en una unidad en el primer sector, esto hubiera ocasionado que los coeficientes de entregas permanecieran constantes y los coeficientes de absorción se modificarán.

Para efectos prácticos, se puede aplicar la constancia tanto de **E**, como de **A**, y trabajar sobre ambos modelos.

Como resumen Auray, Duru y Mougeot (1981) el modelo vertical descansa en un sistema de ecuaciones que descompone el empleo de cada producto según su utilización y sobre la hipótesis de la exogeneidad de la demanda final y la estabilidad de la función de producción. Por lo que privilegia el análisis de fenómenos de transmisión de variaciones cuantitativas.

Como la técnica de producción no depende de los precios, el modelo vertical sirve para estudiar las situaciones que se caracterizan por la difusión de perturbaciones de las cantidades que modifican los precios.

El modelo horizontal descansa en un sistema de ecuaciones que descompone la producción bruta de cada bien entre los consumos intermedios y el valor agregado y se basa sobre la hipótesis de la exogeneidad del valor agregado y la estabilidad de la estructura de ventas.

Los cambios en el vector **VA** que modifican al vector **X** provienen necesariamente de los movimientos en los precios de los factores.

Por lo tanto el modelo horizontal concierne a la difusión de perturbaciones caracterizadas por la rigidez de las cantidades y el ajuste mediante los precios, mientras que el modelo vertical concierne a la difusión de perturbaciones caracterizadas por la rigidez de los precios y el ajuste mediante las cantidades.

Entonces, se puede descomponer el análisis de influencias en:

a) La influencia transmitida por las compras es una influencia por las cantidades a precios estables, y justifica el uso de un modelo vertical, es decir, el uso de $(\mathbf{I}-\mathbf{E})^{-1}$.

b) La influencia transmitida por las ventas es una influencia por los precios a cantidades constantes, justifica el uso de un modelo horizontal, es decir, el uso de $(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}$.

Se puede hacer un análisis usando ambos modelos, en un caso perturbando la estructura de precios relativos, y dejar estable la estructura productiva, en el otro caso perturbando la estructura productiva, y manteniendo estable la estructura de precios.

Ahora se puede interpretar las matrices **A** y **E** como elasticidades, esta interpretación es distinta a la de Leontief que concibe **A** como absorciones de flujos físicos en cantidades absolutas. Son los mismos datos, interpretados de forma distinta.

Con el desarrollo de la matriz E, se reinterpreta la matriz A. La tabla de flujos interindustriales no es un modelo Leontief postula un modelo que explica esta tabla. Este modelo puede desdoblarse en:

[a] modelo de precios $(I-A)^{-1}$ VA' = p ;

[b] modelo de cantidades $(I-A)^{-1}Y = X$

El modelo propuesto por Auray, Duru y Mougeot (1981), se interpretan las matrices **A** y **E** como elasticidades, y en ellas se leen cantidades relativas no absolutas. Veamos cómo se leería a la matriz **$(I-A)^{-1}$**:

$$(I-A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.1404 & .2212 & .0183 \\ .2118 & 1.5337 & .1213 \\ .0959 & .2211 & 1.1507 \end{bmatrix} = T$$

El elemento a_{12} nos dice cómo se incrementa el precio del sector 1, dado un incremento en el precio del sector 2. Es decir, se registran incrementos porcentuales generados por incrementos porcentuales.

Entonces tendríamos cuatro modelos, los dos modelos clásicos y los dos de movimientos porcentuales.

Estudiando estos cuatro modelos se concluyó que para estudiar la propagación de impulsos entre ramas, es más fácil utilizar los modelos de cantidades relativas.

1.3 Análisis estructural cuantitativo: transmisión de influencias e índices de circularidad global.

El grado de desarrollo de una economía está ligado con el grado de articulación de sus distintas ramas económicas. La metodología estructural permite conocer la forma en que precisamente están relacionadas las distintas ramas de la producción.

Como mencionan Defourny y Thorbecke (1984) el análisis estructural trata de captar la transmisión de influencias a través de una estructura que provienen de la forma de especificación del modelo. Si tenemos un modelo lineal en donde una variable endógena depende de otra u otras variables exógenas. el análisis estructural esclarece y explica la transmisión de las influencias en medio de una cadena de relaciones estructurales empezando con cambios en las variables exógenas y yendo después hacia sus últimos efectos en las variables endógenas.

En la ciencia económica se acostumbra presentar modelos económicos que tratan de imitar de la manera más aproximada el comportamiento de una variable, encontrando la variable o variables que explican su comportamiento (un ejemplo son los modelos econométricos). El análisis de insumo-producto trata de describir la estructura económica. El análisis estructural no se limita a esa descripción, sino que busca dar una explicación del funcionamiento de este modelo a través del estudio de la transmisión de influencias, esto es, estudia la complicada red de relaciones que se establecen entre los distintos sectores de la economía. Es así que rastrea los movimientos de las variables exógenas y las respuestas a estos movimientos que finalmente dan las variables endógenas.[12] De esta forma el análisis estructural no sólo permite observar cómo variaciones en las variables exógenas afectan a la variable endógena, sino, a través de la medida de circularidad, que se desarrollará más adelante, permite observar el grado de integración de la estructura que transmite las influencias.

La metodología de análisis estructural más comúnmente empleada descansa en la teoría de gráficas y, clásicamente, en una serie de índices globales de interdependencia económica que se desarrollarán en esta sección.

El concepto de estructura económica es aquel del cual se partirá para desarrollar los índices globales que utilizaremos para analizar, en una primera aproximación, la integración de la economía mexicana en el periodo de estudio.

Según Gazon (1975), la estructura se presenta bajo un triple aspecto que comprende un 'soporte' llamado soporte de la estructura, una 'relación', llamada relación estructural y una 'aplicación'....que caracteriza cada par de la relación. La estructura definida de esta manera se asemeja entonces a la triple formulación siguiente:

$$S = \{M, R, H\}$$

donde:

M: es el soporte, es decir, M son los elementos o polos de la estructura.

[12] Defourny (1982).

R: es la relación, es decir, son los pares de elementos entre los cuales existen vínculos, o sea, que están relacionados.

H: es la aplicación, que asocia a cada par de la relación R un número real. (Marée y Defourny (1978) p.4)

Para este estudio, M representa el conjunto de ramas económicas de la economía mexicana, R las relaciones entre estas ramas, y H la medida de la intensidad de dichas relaciones.

Podemos representar a S por medio de una gráfica, la cual estaría formada por los vértices M, los arcos definidos por R, y en donde cada arco (i,j) tiene asociada una medida de intensidad de la relación, definida por H (i,j) = h_{ij}.

Este tipo de análisis se puede aplicar a todo tipo de sistemas de ecuaciones lineales. El presente estudio utiliza este análisis en el marco de un modelo de IP.

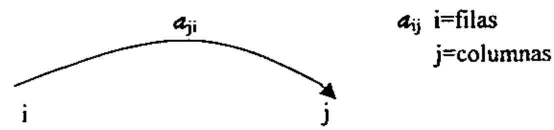
Empezaremos por definir el concepto de digráfica:

> "Una gráfica dirigida o digráfica es una colección de n puntos llamados vértices, denotados por V_1, V_2, ..., V_n, junto con un número finito de aristas que unen distintos pares de vértices. Cualquier gráfica dirigida se puede representar por una matriz de n·n en donde el número en la posición (ij) es el número de aristas que unen el vértice i con el vértice j" (Grossman, 1996, p.157.)

En el modelo de insumo-producto una gráfica dirigida nos permite observar las redes que se forman como resultado de las interrelaciones entre los distintos sectores de la economía.

El análisis estructural aplicado específicamente al modelo de IP, parte de que cada coeficiente técnico a_{ij} de la matriz **A** tiene asociado un arco (ij) que liga los dos sectores que son los polos considerados y que se encuentra orientado en el sentido de la demanda, es decir, en el sentido inverso a los flujos físicos.

Por ejemplo, veamos un elemento a_{ij} de la matriz **A** de coeficientes técnicos, el cual representa la influencia de la rama i sobre la rama j:



Digráfica 1. Una trayectoria de i a j de un solo arco.

Entonces a_{ji} representa la intensidad del arco (i,j) y el conjunto de todos los arcos, es la digráfica, o gráfica de influencias asociada a una estructura. En esencia representa lo que la rama i requiere de la rama j para producir una unidad del bien i. De esta forma podemos obtener una complicada red formada por arcos y que representaría la estructura económica.

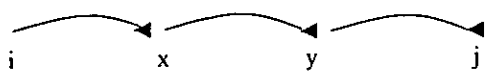
Aquí se trata de igualar[13] la noción de demanda a la de influencia. Gráficamente esto significa que cada propensión media al gasto a_{ji} muestra el arco (i,j) que relaciona dos polos de la estructura y está orientado en la

[13] Ver Defourny y Thorbeck (1984), Op.Cit.

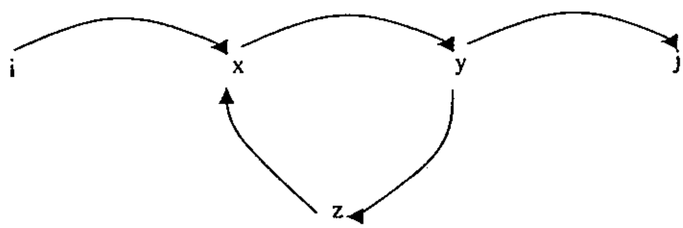
dirección de la demanda. Dicha propensión se interpretará como la magnitud de la influencia transmitida del polo i al polo j.

Una trayectoria se define como la secuencia consecutiva de arcos. Su longitud será entonces la suma de los arcos que la componen. Por lo tanto, un arco como el de la digráfica anterior es una trayectoria de longitud 1.

Una trayectoria que no pasa más de una vez por el mismo polo, se llama una trayectoria elemental. Y un circuito es una trayectoria para la cual el primer polo (o polo de origen) coincide con el último (o polo de destino). Veamos las siguientes digráficas que ejemplifican estos conceptos:



Digráfica 2. Trayectoria elemental.
$i \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow j$



Digráfica 3. Trayectoria elemental con circuito adyacente.
$i \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow z \rightarrow x$

Una parte importante de consumo entre los distintos sectores de la economía, es el autoconsumo, mismo que gráficamente se representa por medio de un nudo, que es un circuito adyacente a la trayectoria elemental, de longitud uno:

i

Digráfica 4. Nudo.

$i \rightarrow i$

Pero en una estructura económica están representadas tanto las primeras influencias que ocurren directamente cuando una rama le compra (o le vende) a otra rama - este tipo de influencia se ve reflejado en la matriz **A** -, como aquel tipo de influencia derivada de la demanda indirecta inducida por estas primeras compras - este tipo de influencia se ve reflejada en la matriz $(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}$. Podemos representar gráficamente ambas subestructuras, ya sea juntas o por separado.

Formalmente, a la estructura de influencias directas, se le llama subestructura de impulsos y está definida por:[14]

$R = \{(i,j) \in M^2 : iRj\}, H(ij) \rightarrow H(ij) = a_{ij}$

la cual relaciona a cada sector i con una y sólo una fuente de impulso. La relación R es el conjunto de los pares (i,j) que por ejemplo son 6 en la matriz de México agregada a 3 sectores.Y en donde H son los valores de los coeficientes a_{ij} de la matriz A.

La subestructura de respuestas será:

[14] Maree y Defourney (1978), Op. Cit. p.6

$R: \{(i,j) \in M^2 : iRj\}\ H(ij) \rightarrow H(ij) = \tau_{ji}$

Más adelante se ejemplificarán estos dos conceptos de subestructuras.

Una vez desarrollado el concepto de influencia económica, continuaré con la exposición de aquellas medidas de influencia económica que han sido usadas en análisis cuantitativo de IP.

Las influencias que se transmiten mediante una estructura económica, como mencionan Marée y Defourny (1978), Defourny (1982) y Thorbecke y Defourny (1984),son de tres tipos: directa, global y total.[15]

1.3.1 Influencia directa

La influencia directa de la rama i a la rama j transmitida a través de una trayectoria elemental, es el cambio en el ingreso (o la producción) de la rama j inducido por un cambio unitario en el ingreso (o la producción) de la rama i.

"La influencia directa de un sector de producción i sobre un sector de producción j, transmitida por un camino elemental, es el crecimiento de la producción del sector j inducida por un crecimiento unitario de la producción del sector i, quedando invariables la producción de los polos que no sean los del camino considerado y la demanda final dirigida a j."[16]

Esta influencia está representada por la matriz **A** que puede ser llamada entonces como matriz de influencia directa:

[15] Estas tres definiciones se encuentran ampliamente explicadas en los artículos mencionados.
[16] Defourny (1982), p.5.

$I^{D}_{(ij)} = a_{ij}$

Se puede decir entonces que la influencia directa es la primera respuesta de una rama productiva luego de un impulso determinado.

Entonces, la influencia directa del polo i al j sobre una trayectoria elemental, es igual al producto de la multiplicación de todas las intensidades de los arcos que constituyen la trayectoria, es decir:

$I^{D}_{(i\rightarrow j)p} = I^{D}_{(i,x,y,j)} = a_{11} \cdot a_{12} \cdot a_{13}$

1.3.2 Influencia global

La influencia global no se refiere a las trayectorias específicas seguidas por la transmisión de influencia, es decir a los caminos o la topología. Esta influencia mide los efectos totales sobre el ingreso o el producto del polo j provenientes de un aumento en una unidad del producto o ingreso del polo i. Es decir los efectos directos e indirectos.

Formalmente:

$I^{G}_{(i\rightarrow j)} = \tau_{ij}$

Por ello la matriz $(I-A)^{-1}$ puede ser llamada también matriz de influencias globales.

La influencia directa se refiere a una trayectoria elemental en particular, la cual está aislada completamente del resto de la estructura, ycaptura el efecto inmediato de un impulso siguiendo una trayectoria particular. La influencia global difiere de ésta de dos formas:

a) Captura la influencia directa transmitida por todas las trayectorias elementales que unen los 2 polos en consideración;

b) Además contiene todos aquellos efectos indirectos provenientes de los circuitos, es decir, es la suma de todas las influencias totales de todas las trayectorias elementales existentes en la estructura que va del polo i al j.

Entonces la influencia global se puede descomponer en todas las influencias totales transmitidas sobre cada una de todas las trayectorias elementales de i a j:

$I^G_{(i \to j)} = \sum^n_{p=1} I^T_{(i \to j)\,p} = \sum^n_{p=1} I^D_{(i \to j)\,p} M_p$

donde p: son los caminos elementales1,2,....,n.

y equivalentemente:

$I^G_{(i \to j)} = 1 + A + A^2 + A^3 + A^4 + \ldots\ldots + A^k$

1.3.3 Influencia total

Lantner (1974) y Gazon (1976) desarrollaron el concepto de influencia total, el cual permite la descomposición de la influencia global. Por lo general una estructura no presenta trayectorias elementales, sino circuitos. La influencia total mide entonces no sólo la suma de efectos directos (o influencia directa), sino la serie de efectos indirectos provenientes de circuitos adyacentes a las trayectorias elementales (Ver digráfica 5).

Formalmente:

$I^T_{(i\to j)p} = I^D_{(i\to j)p} M_p$

donde el primer término del lado derecho es la influencia directa y M_p representa la forma en que la influencia directa de la trayectoria p es amplificada a través de los efectos de los circuitos adyacentes de retroalimentación.

$M_p = \Delta_p/\Delta$

donde Δ es el determinante de **(I-A)** y Δ_p es el determinante de **(I-A*)** con A* la estructura excluyendo los polos que constituyen la trayectoria p.

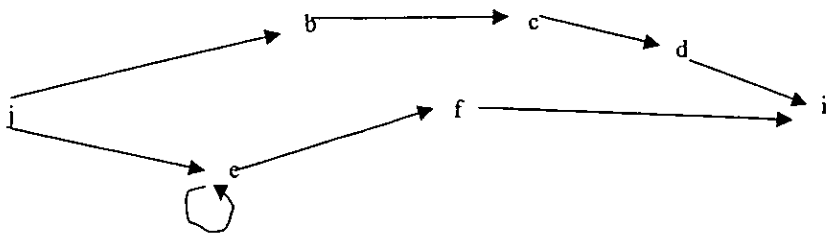
Ahora, volviendo a los multiplicadores de trayectorias, M_p puede ser presentado como su inverso:

$1/M_p = I^D_{(i\to j)p} \diagdown I^T_{(i\to j)p}$

Esta división muestra la proporción de influencia total que es transmitida a través de una trayectoria elemental llamada influencia directa. Y representa la rapidez con que un estímulo en un sector generará un incremento en la producción o el ingreso de otros sectores de la estructura económica.

Cuanto más larga sea una trayectoria (entre más arcos tenga) se tardará más en producir un incremento en la producción o el ingreso de otros sectores, y por lo tanto este tipo de trayectoria tenderá a tener un 1/Mp bajo y un Mp alto y provocarán cambios en el producto o ingreso en el Largo Plazo. Mientras que trayectorias o circuitos con pocos arcos, tendrán a tener un alto 1/Mp y un bajo Mp. Por lo tanto los efectos de un estímulo en un polo de origen de las trayectorias con pocos arcos (por ejemplo los nudos del autoconsumo) provocarán cambios en el producto o ingreso en el Corto Plazo.

La influencia total registra aquellas trayectorias que van de j a i sin pasar más de una vez por el mismo vértice. Veamos el siguiente ejemplo:



Digráfica 5. Influencia Global y Total.

En esta digráfica la influencia global se puede dividir en 2 influencias totales, ó 2 trayectorias:

1. $j \to b \to c \to d \to i$
2. $j \to e \to f \to i$

la suma de las 2 trayectorias nos da la influencia global.[17]

La influencia total de j en i mide aquellos efectos sobre i provenientes de un cambio unitario en j pertenecientes a dicha trayectoria.

> "Lantner (1974) y Gazon (1976) propusieron el teorema de la influencia: la influencia global de un polo j sobre un polo i es igual a la suma de las influencias totales de j sobre i sobre todas aquellas trayectorias elementales de j a i:
>
> $I^G_{(j\to i)} = \sum_{p \in P_{ij}} I^T_{(j\to i)p}$

[17] Para una demostración de este teorema ver Crama, Defourny y Gazon.(1984).

G= (V,R)

G:digráfica
V: serie de vértices asociados a los polos de A.
R: serie de arcos asociados a los polos de A, son (j,i) $\in$ R $\forall\, a_{ij} \neq$ 0." (Crama, Defourny y Gazon, 1984, Op. Cit. p.216.).

1.3.4 La circularidad estructural y su utilidad

Como resume Defourny (1982), el análisis de influencias suma los cambios producidos en la variable endógena provocados por variaciones en la (s) variable (s) exógena (s), a través de la suma de los efectos directos y los efectos provenientes de los circuitos. Pero existe una medida que nos permite aislar aquellos efectos inducidos únicamente por los circuitos, esta medida se llama circularidad estructural.

> La circularidad "...mide el grado de interdependencia que existe entre los agentes (empresas) de esta estructura." (Defourny, 1982, p.17.)

Los a_{ij} representan las compras directas y de autoconsumo, pero la circularidad permite captar además:

> "....todas las compras suplementarias entre empresas así como su autoconsumo adicional, que surgen de los circuitos de la estructura.... a partir del momento en que el multiplicador de un camino es superior a 2, esto significa que las compras inducidas

por los circuitos son más importantes que las compras directas" (Defourny,1982, Op.Cit. p.18.)

La circularidad global es una medida estructural sacada de la estructura completa, no de alguna subestructura (como podría ser el caso de el grupo de ramas de la industria automotriz).

Formalmente el índice de circularidad global:

$ICG = 1 - \Delta / \Delta$

donde Δ es el determinante de la matriz **(I-A)**.

Marée y Defourny (1978) descomponen este índice de circularidad global en dos partes, una correspondiente a la circularidad correspondiente al autoconsumo y otra a la circularidad correspondiente a la interdependencia de las ramas. Presentan estos índices como porcentajes.

Formalmente la tasa de interdependencia se define como:

$T^I = \Pi_{i=1}^{n} (1-a_{ij}) - \Delta)/\Delta$

donde $\Pi_{i=1}^{n} (1-a_{ij})$ es la multiplicación de la diagonal de la matriz **(I-A)**.

La tasa de autarquía o Autoconsumo se define como:

$T^A = 1 - \Pi_{i=1}^{n} (1-a_{ij})$

o simplemente como:

$T^A = 1 - T^I$

Es interesante contar con estas tasas de interdependencia y autoconsumo, porque en algunos estudios como el de Defourny (1982) se ha mostrado que los países más desarrollados, como Alemania, cuentan con tasas de autoconsumo superiores a las del resto de los países, esto debido a que las ramas productivas alemanas tienen un autoconsumo mayor al resto de los países, es decir, los procesos de producción alemanes tienen un grado de integración mayor.

Así mismo sería interesante hacer un estudio para observar el grado de integración entre la economía mexicana, la norteamericana y la canadiense antes y después de la implementación del Tratado de Libre Comercio en cuanto se cuente con una matriz de IP más actualizada, dado que la más reciente data de 1990.

1.4 Índices de circularidad global de la economía mexicana.

Usando la metodología expuesta se calcularon los índices de circularidad global para la economía mexicana usando tanto las matrices agregadas a 22 sectores (en el anexo se incluye la clave de agregación para estas matrices) como las matrices a 72 sectores, y las tasas de autoconsumo e interdependencia. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro 1.[18]

[18] Los datos referentes a las matrices de 72 sectores, son comparables a aquellos publicados en: Ruiz (1999). Los datos referentes a las matrices agregadas a 22 sectores, son comparables a aquellos encontrados en: Alonzo, P. et.al. (1991) y Puchet (1998).

Cuadro 1. **Índices de circularidad global, autoconsumo e interdependencia para la economía mexicana 1980, 1985 y 1990.**

AÑOS	MTI	% VAR	MTT	%VAR	MTT		MTI	
					T^A	T^I	T^A	T^I
1980*	101.68		354.86		91.88	8.11	95.31	4.68
1985*	78.02	-23.27	N.D		N.D	N.D	94.58	5.41
1990*	53.22	-31.79	347.82	-1.98	91.53	8.46	95.35	4.64
1980ª	7.89		23.51		92.25	7.74	93.62	6.37
1990ª	6.62	-16.10	31.99	36.07	93.88	6.11	95.41	4.58

MTT = Matriz de transacciones internas.
MTI = Matriz de transacciones totales
* = Matriz de 72x72.
a = Matriz agregada a 22 sectores.
ND = No disponible.
T^A = Tasa de autoconsumo
T^I = Tasa de interdependencia
Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en el Cuadro 1, el método de agregación de las matrices origina diferenciales en los índices de circularidad global y por lo tanto en las tasas de autoconsumo e interdependencia.

Leyendo los resultados sobre las matrices de 72x72 se puede ver claramente como de 1980 a 1990, para la matriz de transacciones internas, el índice de circularidad global decreció en un 55%. Esto nos dice que la economía mexicana se ha desintegrado internamente en un 55% en el correr de una década. Sin embargo observando el mismo dato para la matriz de transacciones totales se puede ver cómo la economía sólo se desintegró en poco menos del 2%. Existe una hipótesis que explica esta disparidad en los índices de circularidad global por el hecho de que se ha presentado una integración de la economía mexicana a la economía estadounidense,[19]dado que la economía mexicana se ha vuelto más dependiente de los insumos importados, cambiando las características de su integración entre ramas.

Para hacer un estudio más completo, habría que contar con matrices de IP más actualizadas.

Respecto a las tasas de autoconsumo, se puede ver en el cuadro cómo estas son bastante altas, de 91% y 95% para la de transacciones totales e internas respectivamente. Esto indica que las ramas productivas mexicanas tienen un autoconsumo muy alto, lo que indica que los procesos productivos mexicanos tienen un alto grado de integración.

Para las matrices agregadas a 22 sectores se observa cómo en diez años el ICG sólo decrece en 16% para la matriz de transacciones internas, mientras que el mismo indicador para la matriz de transacciones totales, crece en un 36%. Así se llega a la misma conclusión, la economía mexicana se está desintegrando internamente, esto es se está volviendo más independiente de los insumos internos y cada vez más se está volviendo dependiente de los insumos importados.

Respecto a las tasas de autoconsumo e interdependencia, se observa en el cuadro cómo son casi idénticas a las calculadas a 72 sectores como las calculadas a 22 sectores. Esto es, las calculadas a 22 sectores también indican que las ramas productivas mexicanas tienen un autoconsumo muy alto.

A continuación se ejemplificarán usando una matriz de IP de México agregada a 3 sectores algunas de las ideas incluidas en esta sección. Este ejemplo nos servirá para comprender el desarrollo de los capítulos II y III,

---

[19] Véase Alonzo, P. et.al. (1991), Puchet (1998) y Ruiz (1999).

dado que expone algunos conceptos básicos de análisis cualitativo y teoría de gráficas.

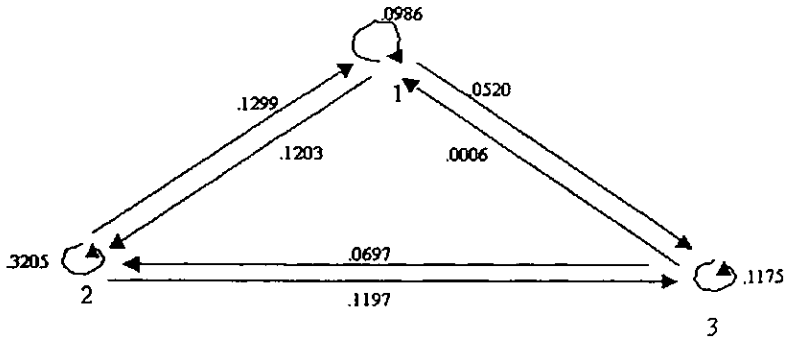
1.5 Algunos ejemplos de análisis cuantitativo de IP para la economía mexicana.

A continuación se representará la estructura de la economía mexicana como una estructura subdividida en sus subestructuras de impulsos y respuestas. Se usa una matriz de coeficientes técnicos A de México, agregada a 3 sectores y basada en las transacciones totales del año 1980. Esta se usará únicamente como ejemplo para entender mejor los conceptos metodológicos desarrollados en la sección anterior.

$$A = \begin{bmatrix} .0986 & .1290 & .0006 \\ .1203 & .3205 & .06970 \\ .0520 & .1197 & .11753 \end{bmatrix}$$

El sector I es la agricultura, el sector II son las manufacturas y el sector III los servicios.

Y la digráfica referente a esta matriz A es:



Digráfica 6. Subestructura de impulsos del modelo de absorción.

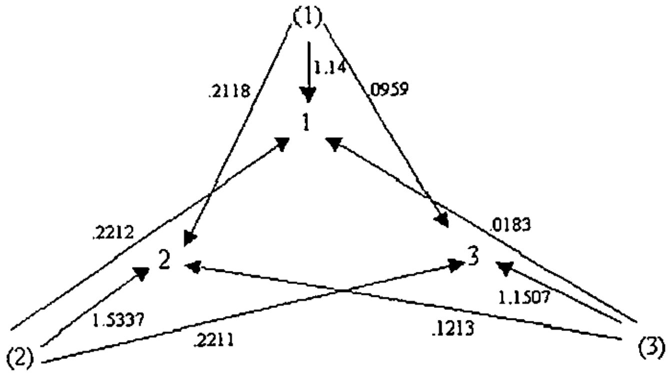
En esta digráfica, M estaría constituido por 1, 2 y 3, que son los 3 sectores productivos de la matriz. En este ejemplo el elemento a_{12}= .1299 nos dice que existe una relación de la rama 2 a la 1, que la rama 2 influye en la 1. Esto es, lo que las manufacturas influyen o demandan sobre la agricultura para producir una unidad de manufacturas.

Un camino directo entre el vértice 1 y el 2 sería H(1,2) = a_{21} = .1203, pero también se puede llegar de 1 a 2 por 3. Por lo que en una digráfica se pueden observar tanto relaciones directas como indirectas. Esta sería la representación gráfica de la influencia directa.

Entonces:

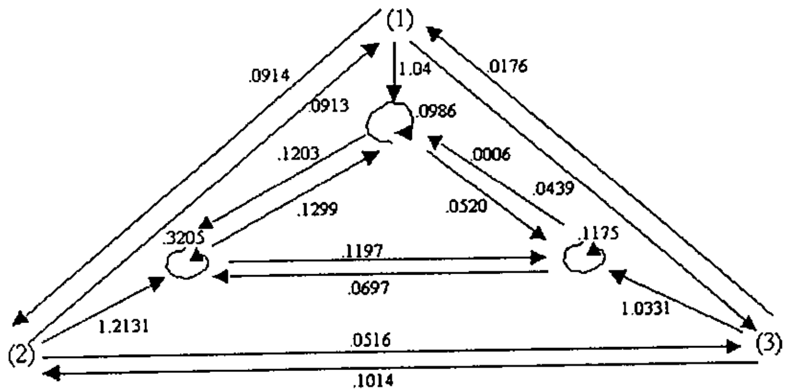
$$(I-A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.1404 & .2212 & .0183 \\ .2118 & 1.5337 & .1213 \\ .0959 & .2211 & 1.1507 \end{bmatrix}$$

y la digráfica correspondiente a esta matriz es:



Digráfica 7. Subestructura de Impulsos y respuestas del modelo de absorciones.

Si unimos las 2 subestructuras obtendríamos una digráfica como la siguiente:



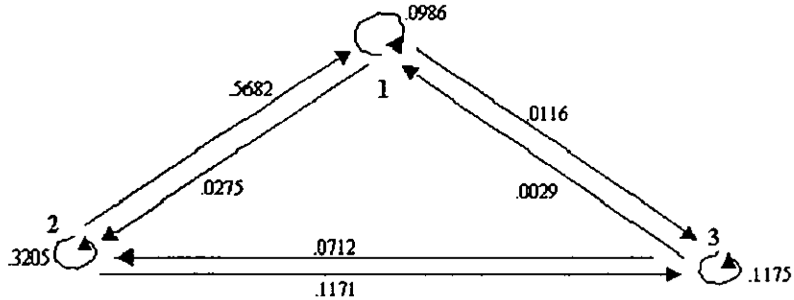
Digráfica 8. Estructura del modelo de absorciones.

En esencia la matriz $(\mathbf{I}\text{-}\mathbf{A})^{-1}$ contiene tanto la subestructura de impulsos como la de respuestas. En esta digráfica 8 se representa la matriz $((\mathbf{I}\text{-}\mathbf{A})^{-1})$-$\mathbf{A}$ y la matriz $\mathbf{A}$. De manera que se puedan ver por separado las estructuras de impulso y de respuesta.

Paralelamente:

$$E = \begin{bmatrix} .0986 & .5682 & .0029 \\ .0275 & .3205 & .0712 \\ .0116 & .1171 & .1175 \end{bmatrix}$$

y la digráfica de esta matriz sería:



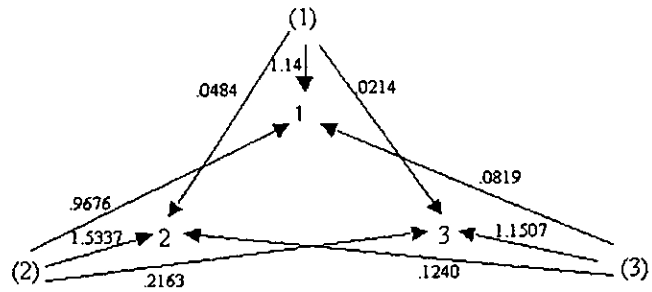
Digráfica 9. Subestructura de impulsos del modelo de entregas.

donde se representan las influencias directas entre los distintos sectores de la economía, pero en términos porcentuales o relativos. En este caso e_{12} representa cuanto se incrementa la producción de la rama de manufacturas con relación a un incremento de una unidad en la demanda de la rama de agricultura.

Entonces, la inversa de (I-E) es:

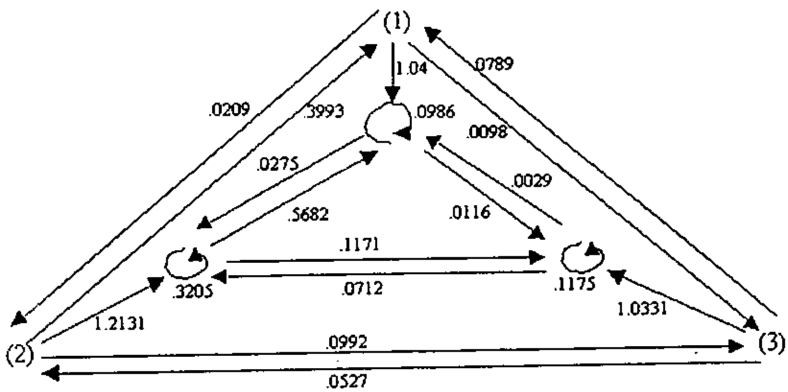
$$(I-E)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.1404 & .9676 & .0819 \\ .0484 & 1.5337 & .1240 \\ .0214 & .2163 & 1.1507 \end{bmatrix}$$

y está representada por:



Digráfica 10. Subestructura de impulsos y respuestas del modelo de entregas

Si unimos las dos subestructuras obtendríamos una digráfica como la siguiente:



Digráfica 11. Estructura del modelo de entregas.

Entonces, las digráficas de la estructura de impulsos son la representación gráfica de la influencia directa, y las digráficas de la estructura de impulsos y respuestas son la representación gráfica de la influencia global.

Como ya se había mencionado, en el modelo de IP un vértice representa un sector de la economía, y un arco representa la existencia de una interrelación entre los distintos sectores. Y la existencia de arcos entre sectores dependerá de si existe o no una relación entre las distintas ramas de la producción.

Pero es difícil trabajar con la matriz inversa de Leontief, dado que nos mostraría cómo todos los sectores están relacionados con todos. Este tipo de análisis no permite un estudio directo para determinar cuáles son los sectores más dinámicos de la economía, es decir, aquellos que venden o compran más. Por lo que en estudios recientes se hace uso de una matriz más sencilla, derivada tanto de la matriz **A**, como de la **(I-A)$^{-1}$**.Esta matriz se llama matriz adyacente, la cual es representada generalmente por la letra **W** y consiste en cambiar los valores de los coeficientes de la matriz original por un uno allí donde exista una arista que conecte a los sectores (i,j), y un cero allí donde no exista tal relación.

$$w \begin{cases} 1, & \text{si } \tau > 0, \text{ o sea, si i y j están conectados por un arco} \\ 0, & \text{si } \tau_{ij} = 0, \text{ o sea, si i y j no están conectados} \end{cases}$$

Entonces usando la matriz **(I-A)$^{-1}$** podríamos binarizarla así:

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \{w_{ij}\}$$

Esta matriz está llena de unos porque en la matriz **(I-A)$^{-1}$** no existen ceros. Leyendo la primera columna, se ve que el sector agrícola se compra a sí mismo, que le compra al sector manufacturas y le compra al sector servicios.

Ya teniendo esta matriz adyacente o binaria, se entiende que ya no es importante el peso que tiene H sobre cada arco o arista, sólo importa la existencia del mismo, que implica una relación entre ambas ramas económicas.

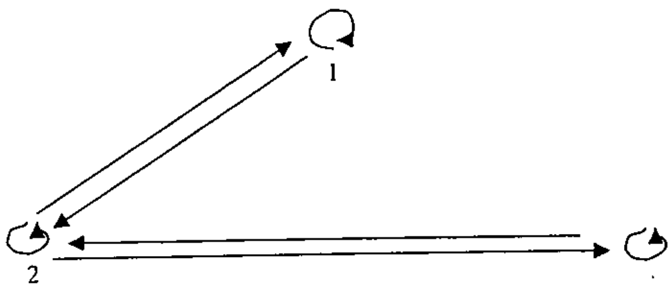
Ahora, para presentar solamente algunas de las influencias, las que tengan más peso, podemos agregarle un filtro a esta matriz como sigue:

$$w_{ij} \begin{cases} 1 & \text{si } \tau_{ij} > 0.1 \\ 0 & \text{de otra forma} \end{cases}$$

Obtendríamos una matriz como la siguiente:

$$W_f = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \{w_{ij}\} \qquad \text{donde f indica el filtro}$$

Su digráfica sería:



Digráfica 12. Subestructura de impulsos del modelo de absorción con filtro.

Como puede verse en esta digráfica han desaparecido 2 arcos, tanto el que relacionaba a la rama 3 con la 1, como el que relacionaba la rama 1 con la 2.

Este tipo de metodología nos permitirá más adelante usar esta transformación de la matriz, en vez de usar directamente $(\mathbf{I\text{-}A})^{-1}$ y $(\mathbf{I\text{-}E})^{-1}$, para analizar la estructura de la economía mexicana de una forma más sencilla.

Paralelamente la binarización de la matriz E:

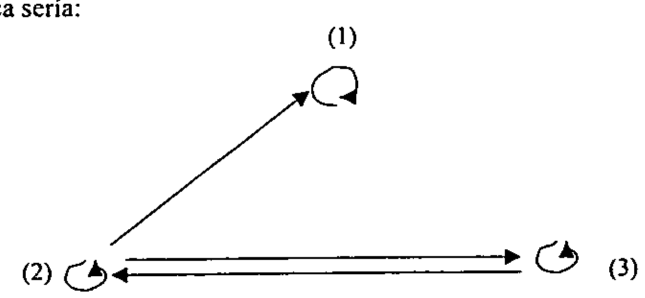
$$V = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \{v_{ij}\}$$

Y agregándole un filtro como el que sigue a esta matriz, obtendríamos la siguiente matriz:

$$v_{ij} \begin{cases} 1, \text{ si } \pi_{ij} > 0.1 \\ 0, \text{ de otra forma} \end{cases}$$

$$V_f = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \{v_{ij}\} \qquad \text{donde f indica el filtro}$$

y su digráfica sería:



Digráfica 13. Subestructura de impulsos del modelo de entregas con filtro.

Se puede observar cómo en la digráfica de la estructura de respuestas de la matriz E con filtro, se pierden 3 aristas, las que relacionan la rama 1 con la

2, la rama 1 con la 3 y la rama 3 con la 1. Es decir, en esta nueva digráfica, sólo aparecen algunas de las relaciones entre las ramas de la producción, aquellas mayores a un filtro, lo cual facilitará el análisis en capítulos posteriores.

Es cierto que esta nueva matriz, que es una transformación de la matriz original y a la que, a su vez, se le ha aplicado un filtro, contiene menos información, pero al mismo tiempo presenta una gran ventaja: nos permite observar solamente aquellas relaciones de compra o venta significativas o importantes, simplificando grandemente el análisis. En el capítulo siguiente se desarrollará un proceso por medio del cual se binariza una matriz llamada de coeficientes importantes, la cual contiene, como su nombre lo dice, aquellos coeficientes más significativos. Todo esto para obtener por medio de un análisis cualitativo de insumo-producto una descripción del cambio estructural de la economía mexicana, pero a diferencia de los índice globales utilizados en esta sección, se obtendrá una desagregación más rica de las ramas de la economía, que nos permitirá rastrear los cambios producidos de una década a otra.

CAPÍTULO II. Análisis cualitativo de Insumo-Producto: un enfoque de teoría de gráficas.

En el capítulo anterior se desarrollaron los principales conceptos referentes al análisis estructural, pero sólo se desarrollaron medidas de integración del tipo cuantitativas. En este capítulo, se desarrollarán una serie de conceptos que nos permitirán hacer un análisis de tipo cualitativo para estudiar el cambio estructural en la economía mexicana.

El análisis cualitativo de IP se ha ido ampliando a través del tiempo. Como apuntan Gosh y Roy (1998). En un principio el análisis de IP desarrolló, principalmente, aspectos cuantitativos. Además, es conocido que para entender una estructura es necesario observar directamente los datos que muestran los flujos de los bienes industriales, pero hacer sólo análisis cuantitativo puede obscurecer aspectos cualitativos de esa misma estructura, los cuales son tan importantes como los cuantitativos. En el caso específico de una economía en desarrollo como la mexicana, el análisis cualitativo puede llegar a proporcionar información valiosa, dado que permite observar la relación entre un sector y el resto de la economía y rastrear sus cambios a través del tiempo. De esta forma es posible identificar los sectores más dinámicos, es decir, aquellos que compran o venden más al resto de los otros sectores.

Recientemente este tipo de análisis que estudia únicamente el llamado "esqueleto" de la interdependencia económica se ha extendido. Estos trabajos han tomado principalmente la forma de una formulación gráfica y teórica de una estructura económica, la cual incluye la construcción de una matriz adyacente o binaria, y su digráfica correspondiente. Para observar el cambio estructural se trata entonces de comparar estas matrices adyacentes y sus digráficas a través del tiempo.

En un primer momento se binarizan las matrices, y de esta forma se facilita el análisis cualitativo de estructuras económicas. La matriz adyacente se puede obtener directamente de la matriz de coeficientes técnicos A, aplicándole un filtro, que consiste en tomar en cuenta sólo aquellos coeficientes que son mayores a un valor crítico, igualándolos a 1 e igualando a 0 el resto. Al obtener las potencias de esta matriz binaria (con o sin ayuda del álgebra booleana) se van descubriendo los vínculos entre los sectores i-ésimo y j-ésimo.

Aunque se ha criticado que en esta matriz se pierde información, dado que no nos dice nada sobre el peso que tiene cada arco, el grado de simplificación obtenido aunado al hecho de que por medio de este método se obtienen sólo aquellas ramas más importantes, justifica el uso de las matrices binarias.

La crítica proviene del hecho de que, dado que la magnitud del flujo a través del camino se reduce cada vez que éste atraviesa un vértice adicional, cuando se trata de un camino o trayectoria larga este flujo podría desaparecer.

Se puede observar que mientras las potencias de estas matrices binarias de la matriz **A** solamente indican la existencia de un camino y por lo tanto una relación entre la rama i-ésima y la j-ésima (ignorando el flujo que lo atraviesa), parecería tener más sentido trabajar con la matriz binaria de $(I\text{-}A)^{-1}$, dado que esta matriz no sólo muestra la existencia de un camino, sino también el flujo que atraviesa ese camino. Pero como se mostró en el final del capítulo anterior, la binarización de la matriz $(I\text{-}A)^{-1}$ nos arroja una matriz llena de unos, dado que esta matriz no contiene ceros. Es entonces, cuando se usan los filtros. Estos filtros pueden ser únicos, o se puede trabajar con varios filtros a la vez, enriqueciendo el análisis, al hacer más rígido o más laxo el nivel de sensibilidad en el cual se trabaja, introduciendo de esta forma una cierta cuantificación en el análisis cualitativo. Siguiendo esta misma idea, Aroche (1996) crea una matriz de coeficientes importantes **(CI)**, la cual binariza utilizando un filtro y obtiene de esta forma el llamado esqueleto de la economía mexicana para los años de 1970 y 1980.

Algo que no se ha mencionado es que, estrictamente, la matriz $(I\text{-}A)^{-1}$ es sólo una aproximación, la cual presenta posibles errores tanto de aproximación de las potencias (el número de iteraciones en donde se corta la potencia), como errores de medición (por ej. el número de dígitos que acepta la computadora). Sobre este aspecto, se desarrolló una forma de medir la sensibilidad de la estabilidad de la matriz inversa con relación a las distintas potencias a la serie a la que converge. Y de esta forma poder identificar aquellos coeficientes dentro de la matriz que son poco sensibles a los errores de aproximación y de medición. En la matriz de coeficientes importantes se pueden identificar con facilidad aquellos coeficientes insensibles a éstos errores; serán aquellos que tengan coeficientes pequeños. De esta forma se puede lograr un análisis más fino, al trabajar sólo con dichos coeficientes que son importantes, obteniéndo resultados que sólo reflejan cambios reales, no cambios que tienden a reflejar los errores de aproximación y medición.

El concepto de coeficientes importantes es interpretado económicamente por Aroche (1996), el cual explica cómo los coeficientes técnicos que incluyen trayectorias más largas de conexiones indirectas son importantes para la economía, porque las transacciones entre esos vértices comprenden intercambios entre muchos otros sectores. Es decir, un CI aparece allí donde dos sectores conectados directamente, también están conectados indirectamente por un número mayor de vínculos. Por lo tanto, pequeños cambios en el valor numérico de cualquier CI, pueden llevar a impactos mayores en el producto de muchos otros sectores o incluso en el resto de la economía. Por ello, los CI pueden ser usados para predecir impactos en la estructura económica provenientes de cambios en los coeficientes técnicos a_{ij}.

Una hipótesis que ha sido probada es que al evolucionar una economía, la división del trabajo avanza, y el número de CI se incrementa. Se tratará de comprobar esta hipótesis usando datos para la economía mexicana para observar qué tanto ha evolucionado la misma.

Usando las matrices de México de transacciones internas y totales para 1980 y 1990 agregadas a 22 sectores se construirá una matriz llamada de coeficientes importantes para cada una de ellas. Ellas contendrán, como ya se mencionó, aquellos coeficientes técnicos que comprenden secuencias mayores de conexiones indirectas. Después se binarizarán estas matrices usando un filtro (constante para todos los años, para que el análisis sea consistente). Estas nuevas matrices adyacentes contendrán el modo en que están relacionadas cada una de las ramas económicas. Se calcularán los llamados índices de centralidad, los cuales nos permitirán clasificar cada rama ya sea como compradora o vendedora. Ya obtenidas estas matrices adyacentes se calcularán sus primeras dos potencias para revelar los coeficientes importantes que no aparecen en el nivel 1. Al tener todos estos datos y las digráficas correspondientes de cada matriz adyacente se procederá a analizar el cambio estructural de la economía mexicana de 1980 a 1990.

2.1 Construcción de la matriz de coeficientes importantes.

La matriz de CI se construye a través del cálculo de un coeficiente llamado r_{ij} para cada par de ramas (i,j).

Formalmente:

$$r_{ij} = 1/\, a_{ij}[\alpha_{ij} + \alpha_{ii}\, (\tau_i/\tau_j)]$$

donde a_{ij}: es el elemento (i,j) de la matriz de coeficientes técnicos **A**,

α_{ij}: es el elemento (i,j) de la matriz inversa de Leontief $(\mathbf{I\text{-}A})^{-1}$, y

α_{ii}: es el elemento de la diagonal principal de la matriz inversa de Leontief $(\mathbf{I\text{-}A})^{-1}$.

τ_i: es la producción bruta del sector i-ésimo.[20]

Entonces, cuanto más grande sea el denominador, menor será el valor de r_{ij} y más importante será un coeficiente. Es decir, la importancia del coeficiente se lee al revés, cuanto más pequeño sea el valor de r_{ij} más importante será ese coeficiente, y al revés, cuanto más grande sea el valor de r_{ij} menos importante será ese coeficiente.

2.2 Binarización de la matriz de coeficientes importantes.

Teniendo ya la matriz de coeficientes importantes se binarizó, usando varios filtros, para así calcular la distribución de frecuencias con límites tolerables.

Esta matriz adyacente es entonces:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } r_{ij} \leq \text{valor del filtro} \\ 0, & \text{de otra forma} \end{cases}$$

[20] Esta matriz τ_i/τ_j se puede calcular muy fácilmente multiplicando un vector columna que contenga el VBP para cada rama, por un vector fila que contenga el inverso del VBP para cada rama.

De esta manera se calcularon matrices binarias con $r_{ij} \leq 0$, $r_{ij} \leq 5$, $r_{ij} \leq 10$, $r_{ij} \leq 20$, $r_{ij} \leq 50$, $r_{ij} \leq 100$. Y se obtuvieron las distribuciones de frecuencias, que pueden observarse en los cuadros del 1 al 4.

Cuadro 1. Distribución de frecuencias con límites tolerables para México, transacciones internas 1980.

Límite Inferior	Límite superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
- ∞	0	61	61
0	5	46	107
5	10	28	135
10	20	31	166
20	50	35	201
50	100	24	225
100	+ ∞	259	484

Fuente: elaboración propia con datos de las matrices adyacentes de coeficientes importantes.

Cuadro 2. Distribución de frecuencias con límites tolerables para México, transacciones totales 1980.

Límite Inferior	Límite superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
- ∞	0	54	54
0	5	54	108
5	10	31	139
10	20	26	165
20	50	38	203
50	100	24	227
100	+ ∞	257	484

Fuente: elaboración propia con datos de las matrices adyacentes de coeficientes importantes.

Cuadro 3. Distribución de frecuencias con límites tolerables para México, transacciones internas 1990.

Límite Inferior	Límite superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
-∞	0	78	78
0	5	53	131
5	10	25	156
10	20	25	181
20	50	34	215
50	100	42	257
100	+ ∞	227	484

Fuente: elaboración propia con datos de las matrices adyacentes de coeficientes importantes.

Cuadro 4. Distribución de frecuencias con límites tolerables para México, transacciones totales 1990.

Límite Inferior	Límite superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
-∞	0	54	68
0	5	62	130
5	10	27	157
10	20	25	182
20	50	43	225
50	100	36	261
100	+∞	223	484

Fuente: elaboración propia con datos de las matrices adyacentes de coeficientes importantes.

Después de esto, se decidió utilizar el filtro $r_{ij} \leq 10$, dado permite hacer digráficas que se leen sin problemas al no contener una gran cantidad de arcos y, al mismo tiempo, tienen suficientes arcos como para hacer un análisis adecuado.

Una vez obtenidas estas matrices binarias o adjuntas, se calculó el IC que clasifica a las ramas como productoras o vendedoras. Este índice se define como:

IC = número de entradas/número de salidas

donde el número de entradas se refiere al número de arcos entrantes a un vértice, es decir, las compras que hace la rama i al resto de la economía y el número de salidas se refiere al número de arcos que salen de cierto vértice, es decir, a las ventas que la rama i hace al resto de la economía.

Entonces si una rama tiene un IC <1 se le clasificará como "amplificador", es decir, es una rama que vende más de lo que compra. Por el contrario, si una rama tiene un IC>1 se le clasificará como "amortiguador", esta es una rama que compra más de lo que vende.

Aquellas ramas que tengan un IC = 1 serán llamadas "centrales" dado que le compran y le venden a la misma cantidad de ramas.

El cuadro 5 muestra los IC para las cuatro matrices y la clasificación de las ramas como amplificadora, central o amortiguadora.

A un determinado filtro, se obtiene una matriz **W** que sólo contiene los primeros impactos de demanda. Entonces si se obtienen subsecuentes potencias de esta matriz **W**, después de una serie de vueltas, la matriz se va llenando de unos hasta llenarse por completo. En la primera potencia W^2 = **W·W**, se agregan tantos arcos cómo se van adicionando circuitos, arcos que van integrando a los circuitos hasta que la matriz se llena de unos.

Es el mismo concepto usado para la matriz $(\mathbf{I\text{-}A})^{-1}$:

$(I\text{-}W)^{-1} = I + W^1 + W^2 + W^3 +, \ldots\ldots, W^n$

esta serie, se puede desintegrar en sus potencias, por ejemplo:

$W^2 = W \cdot W$

$W^3 = W \cdot W \cdot W$

El proceso es el siguiente, al demandar la rama i un bien de la rama j, la rama j demandará a su vez bienes de otras ramas, y estas otras ramas a su vez demandarán bienes de otras ramas. Entonces con cada potencia se revelarán circuitos que en el nivel 1 (o sea, a la primera potencia) no son visibles, es decir, aparecerán CI que en el primer nivel no aparecían, y cada potencia agregará cada vez más circuitos, por lo que se irá haciendo cada

Cuadro 5. Índices de Centralidad.

RAMAS	MTI 1980		MTI 1990		MTT 1980		MTT 1990	
	CI	CLASIFICA - CIÓN	CI	CLASIFICA- CIÓN	CI	CLASIFICA- CIÓN	CI	CLASIFICA- CIÓN
1.Agricultura y ganadería	0.25	amplificador	0.5	amplificador	0.33	amplificador	0.33	amplificador
2.Minería	0.75	amplificador	0.75	amplificador	0.5	amplificador	0.6	amplificador
3.Alimentos, bebidas y tabaco	1.5	amortiguador	1.5	amortiguador	0.75	amplificador	1.5	amortiguador
4.Textiles	5	amortiguador	5	amortiguador	5	amortiguador	5	amortiguador
5.Cuero	6	amortiguador	6	amortiguador	7	amortiguador	7	amortiguador
6.Productos de madera	6	amortiguador	6	amortiguador	6	amortiguador	6	amortiguador
7.Papel	4	amortiguador	4	amortiguador	5	amortiguador	4	amortiguador
8.Petroquímica	0.22	amplificador	0.33	amplificador	0.33	amplificador	0.27	amplificador
9.Hule y plástico	∞	amortiguador	∞	amortiguador	∞	amortiguador	∞	amortiguador
10.Productos no metálicos	4	amortiguador	4	amortiguador	5	amortiguador	5	amortiguador
11.Productos metálicos no ferrosos	∞	amortiguador	∞	amortiguador	7	amortiguador	7	amortiguador
12.Productos del hierro y el acero	0.6	amplificador	0.6	amortiguador	0.5	amplificador	0.6	amplificador
13.Maquinaria y equipo no eléctrico	∞	amortiguador	∞	amortiguador	6	amortiguador	6	amortiguador
14.Equipo y aparatos eléctricos	4	amortiguador	∞	amortiguador	4	amortiguador	6	amortiguador
15.Equipo de transporte	4	amortiguador	3	amortiguador	2	amortiguador	1.5	amortiguador
16.Otras manufacturas	∞	amortiguador	∞	amortiguador	∞	amortiguador	6	amortiguador
17.Construcción	∞	amortiguador	∞	amortiguador	∞	amortiguador	∞	amortiguador
18.Electricidad, gas y agua	∞	amortiguador	4	amortiguador	∞	amortiguador	5	amortiguador
19.Comercio, restaurantes y hoteles	0	amplificador	0	amplificador	0	amplificador	0	amplificador
20.Comunicaciones y transporte	0.29	amplificador	0.29	amplificador	0.38	amplificador	0.38	amplificador
21.Servicios Financieros	∞	amortiguador	3	amortiguador	∞	amortiguador	3	amortiguador
22.Otros Servicios	0.06	amplificador	0.05	amplificador	0.06	amplificador	0.05	amplificador

Fuente: Elaboración propia.

∞ : son aquellos sectores que no tienen ningún Coeficiente Importante en sus filas, esto quiere decir que le compran a otros sectores, pero que no le venden a ningún otro sector.

0.00 : son aquellos sectores que no tienen ningún Coeficiente Importante en sus columnas, esto quiere decir que le venden a muchos sectores, pero que no le compran a ningún otro sector.

vez más densa la matriz, hasta que la matriz converja y se llene de unos. En este estudio se calcularon las primeras 2 potencias.

2.3 Resultados para la economía mexicana.

El análisis de las matrices adyacentes W obtenidas con el filtro $r_{ij} \leq 10$, nos muestra que entre 1980 y 1990 tanto para la matriz de transacciones internas, como para la de transacciones totales, el número de CI se ha incrementado, aunque en una tasa muy pequeña. Para transacciones internas, en 5.4% y para transacciones totales en 4.7%. Este resultado contrasta con aquel encontrado por Gosh y Roy (1998) para la economía de la India, en la cual el número de CI aumentó en más del 30% en menos de una década, y es similar al obtenido por Aroche (1996) en donde la economía mexicana presenta un incremento de CI de 5.08% de 1970 a 1980. Lo que nos haría afirmar que México está viviendo un cambio estructural lento comparado con aquel de la economía de la India.

Estos resultados difieren al alplicarse el filtro $r_{ij} \leq 20$, para el cual se observa cómo de 1980 a 1990 en transacciones internas, el número de arcos disminuye, mientras que con ese mismo filtro de 1980 a 1990 aplicado a las transacciones totales, el número de arcos aumenta. Este resultado coincide con el encontrado en el capítulo anterior, en donde los índices de circularidad global se comportan de manera similar. El filtro que se usó para hacer todo el análisis $r_{ij} \leq 10$ arroja resultados distintos, de 1980 a

1990 tanto para transacciones internas, como para transacciones totales se incrementan el número de arcos.

Las matrices **W** tanto para transacciones internas como para totales, no son densas, es decir, contienen un número pequeño de CI (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Densidad de las matrices.

AÑOS	MTI		MTT	
	1	0	1	0
1980	74	410	85	399
1990	78	406	89	395

Fuente: elaboración propia.
MTI: Matriz de transacciones internas.
MTT: Matriz de transacciones totales.

Para 1980 la matriz de transacciones internas, sólo cuenta con 74 entradas iguales a 1, y 410 entradas nulas. La matriz de transacciones internas de 1990 presenta 78 entradas iguales a 1 y 406 entradas iguales a 0. La matriz de transacciones totales de 1980 presenta 85 entradas iguales a 1 y 399 entradas iguales a cero. Por último, la matriz de transacciones totales de 1990 presenta 89 entradas iguales a 1 y 395 entradas iguales a 0.

Veamos ahora, las gráficas provenientes de estas matrices adjuntas W. Como puede observarse, el incremento del 5.4% y 4.5% de los Coeficientes Importantes de una década a otra, no se aprecia a simple vista en ninguna de las digráficas, y aunque la economía se ha vuelto un poco más densa, el cambio estructural es tan lento, que no se aprecia en las mismas (ver digráficas de la 1-4).

Un resultado que parece interesante es que no se presenta más que un sólo cambio en la categoría de amortiguadores, centrales o amplificadores, de los distintos sectores de una década a otra, este es el caso del sector 3:

(alimentos bebidas y tabacos), que pasa de ser amplificador a ser amortiguador. Este resultado puede provenir en parte del hecho de que el número de CI no varía mucho de un año a otro, de la forma en que se agregaron las matrices, del filtro que se utilizó, así como del hecho que las matrices de 1990 parecen ser matrices proyectadas de las correspondientes a 1980.

Haciendo una lectura del número de CI que se encuentran sobre la diagonal principal de la matriz W, se puede observar que este número se incrementó de 1980 a 1990 en un 7.6% para transacciones internas y en un 18.75% para transacciones totales. Se puede concluir, que los encadenamientos intrasectoriales se han incrementado a través del tiempo. Esta puede ser una evidencia más de la hipótesis de Defourny (1982) sobre el hecho de que el autoconsumo es importante.

Los sectores que han permanecido como amplificadores de 1980 a 1990 para las matrices de transacciones internas son: 1. Agricultura y ganadería; 9. Hule y plástico; 13. Maquinaria y equipo no eléctrico; 20. Comunicaciones y transportes; 21. servicios financieros; y 22. Otros servicios. Estos sectores venden más de lo que compran.

Los restantes 15 sectores han permanecido como amortiguadores. Estos sectores compran más de lo que venden. Estos son: 3. Alimentos, bebidas y tabaco; 4. Textiles; 5. Cuero; 6. Productos de madera; 7. Papel; 9. Hule y plástico; 10. Productos no metálicos; 11. Productos metálicos no ferrosos; 13. Maquinaria y equipo no eléctrico; 14. Equipo y aparatos eléctricos; 15. Equipo de transporte;

16. Otras manufacturas; 17. Construcción; 18. Electricidad, gas y agua; y 21. Servicios Financieros.

Los sectores que han permanecido como amplificadores de 1980 a 1990 para las matrices de transacciones totales son: 1. Agricultura y ganadería; 9. Hule y plástico; 13. Maquinaria y equipo no eléctrico; 20. Comunicaciones y transportes; 21. servicios financieros; y 22. Otros servicios. Estos sectores venden más de lo que compran.

El sector 3. Alimentos, bebidas y tabaco, pasa de ser amplificador en 1980 a ser amortiguador en 1990.

Los restantes 14 sectores han permanecido como amortiguadores. Estos sectores compran más de lo que venden. Estos son: 4. Textiles; 5. Cuero; 6. Productos de madera; 7. Papel; 9. Hule y plástico; 10. Productos no metálicos; 11. Productos metálicos no ferrosos; 13. Maquinaria y equipo no eléctrico; 14. Equipo y aparatos eléctricos; 15. Equipo de transporte; 16. Otras manufacturas; 17. Construcción; 18. Electricidad, gas y agua; y 21. Servicios Financieros.

Como puede observarse en las matrices de transacciones internas de 1980 a 1990, un total de 15 de 22 sectores se mantienen como amortiguadores, esto es 68%, y en la matriz de transacciones totales 14 de 22, equivalente a 63%. Es decir, en el periodo de estudio, la economía se caracteriza por tener sectores productivos que compran más de lo que venden.

Haciendo un análisis más cuidadoso de los IC se puede observar que, en la matriz de transacciones internas, las ramas que presentan cambios de 1980 a 1990 son: 1. Agricultura y ganadería; 8. Petroquímica; 14. Equipo y aparatos eléctricos; 15. Equipo de transporte; 18. Electricidad, gas y agua; 21. Servicios financieros; y 22. Otros servicios. Mientras que para las matrices de transacciones totales de 1980 a 1990, los sectores que presentan cambios en sus IC son: 2. Minería; 3. Alimentos, bebidas y tabaco; 7. Papel; 8. Petroquímica; 12. Productos del hierro y el acero; 15, Equipo de transporte; 16. Otras manufacturas; 18. Electricidad, gas y agua; 21. Servicios financieros; y 22. Otros servicios.

Las ramas que presentan cambios en sus índices de centralidad son las ramas más dinámicas, las que de 1980 a 1990 presentaron un cambio *estructural*.

Un dato interesante es el relacionado con el sector 19. Comercio, restaurantes y hoteles, el cual presenta para las matrices de transacciones internas y totales de 1980 y1990 un índice de centralidad igual a cero. Este sector no le compra a ningún otro al filtrarse la matriz, y sin embargo le vende a 19 y 20 sectores en 1980 y 1990 respectivamente. Este resultado implica una dependencia mayor de la economía hacia este sector.

Al hacer un análisis de las matrices de transacciones internas para 1980, se observa cómo con una potencia de 2, los sectores: 9. Hule y plástico; 11. Productos metálicos no ferrosos; 13. Maquinaria y equipo no eléctrico; y 18. Electricidad, gas y agua, cambian de ser sectores amortiguadores del tipo que no venden a ningún sector, a ser amortiguadores que sí venden a otros sectores. Sin embargo, los sectores: 16. Otras manufacturas, 17. Construcción y 21. Servicios financieros, aún en una potencia 3, continúan sin presentar cambio, por lo tanto son sectores que no venden a ningún sector, ni siquiera por medio de circuitos adyacentes.

En el caso de la matriz de transacciones internas de 1990, se observa que los sectores: 9. Hule y plástico, 11. Productos metálicos; 18. Electricidad, gas y agua; y 21. Servicios financieros, al aplicársele una potencia 2 a la matriz **W** dejan de ser amortiguadores del tipo que no venden a ningún sector, y se convierten en amortiguadores del tipo que si venden. Pero las ramas 16. Otras manufacturas y 17. Construcción, aún con una potencia 3, continúan siendo amortiguadores que compran a otras ramas, pero no le venden a ninguna.

En resumen, en esta sección se estudia la estructura económica mexicana usando el concepto de CI en un marco de teoría de gráficas. Los resultados muestran una estructura económica estable en el periodo de 1980 a 1990, es decir, un cambio estructural lento. Sólo un 31.8% de las ramas cambiaron sus índices de centralidad para las matrices de transacciones internas, y para las matrices de transacciones totales sólo lo hicieron un 45.45%. En comparación con los resultados obtenidos para la economia de la India, en el estudio de Gosh y Roy (1998), estos porcentajes son bajos, dado que en esa economía, sólo un sector permanece constante en el periodo analizado,

Figura 1. Digráfica de las relaciones intersectoriales para 1980 transacciones internas.

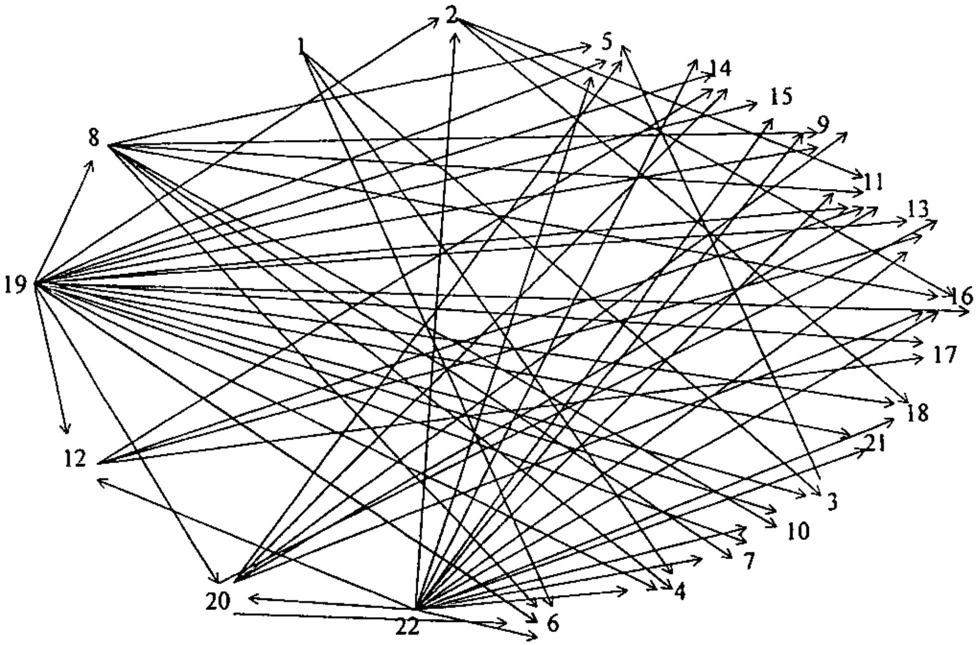


Figura 2. Digráfica de las relaciones intersectoriales para 1990 transacciones internas.

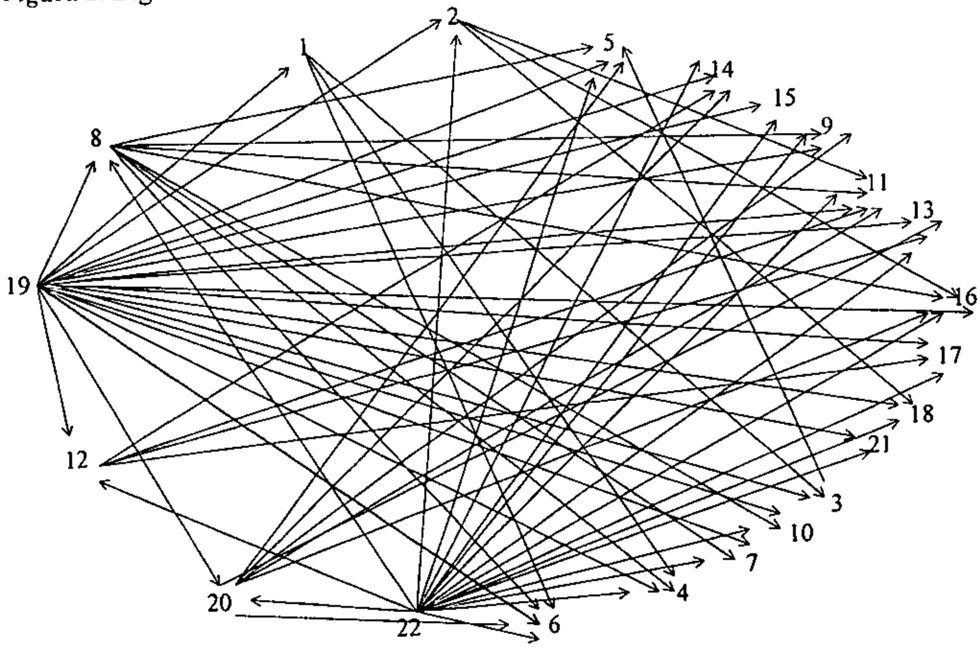


Figura 3. Digráfica de las relaciones intersectoriales para 1980 transacciones totales.

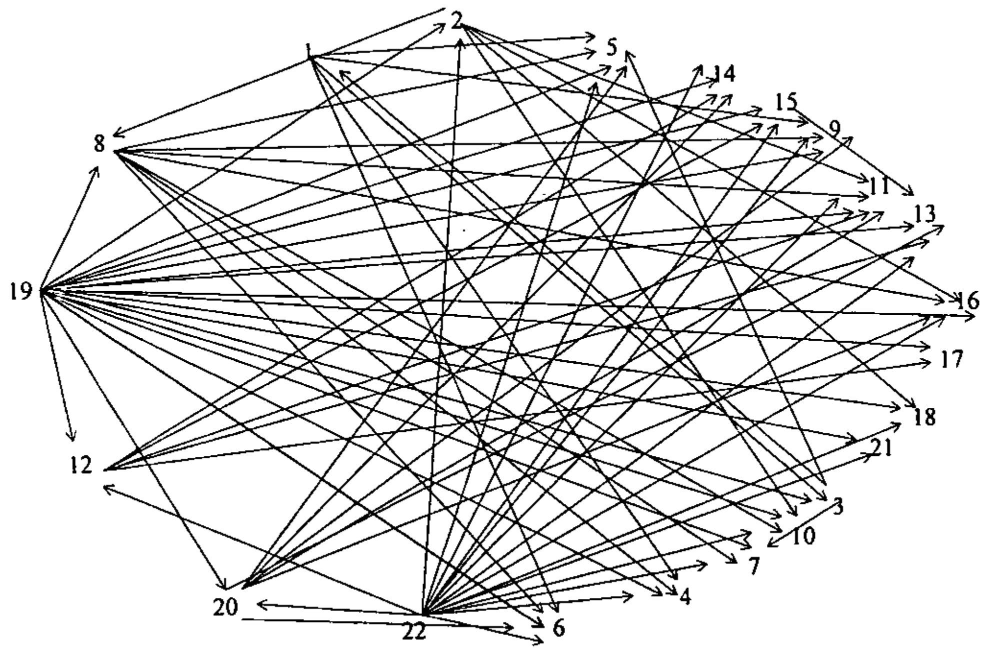
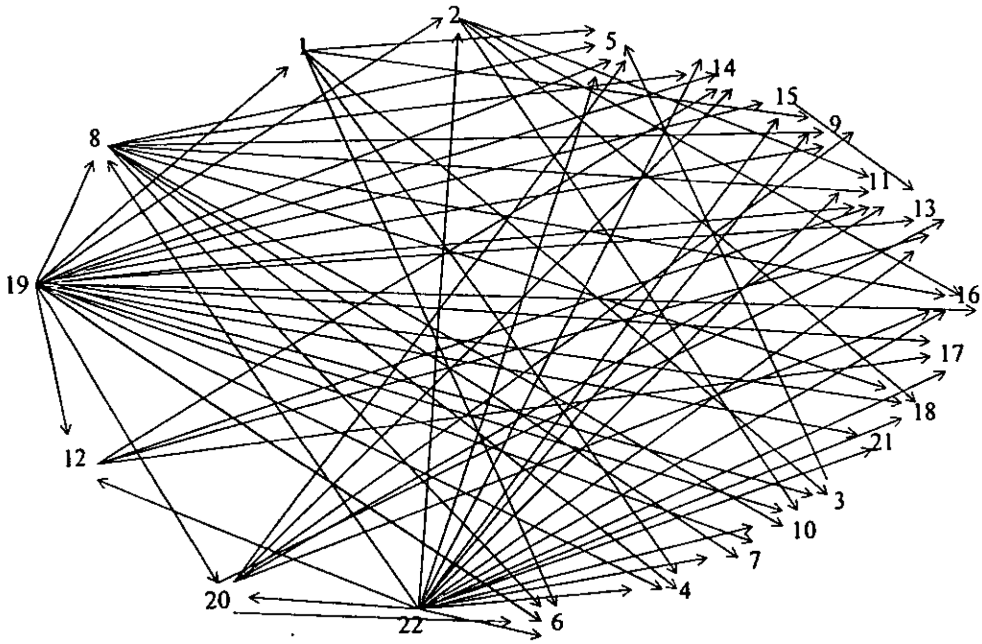


Figura 4. Digráfica de las relaciones intersectoriales para 1990 transacciones totales.



CAPÍTULO III. Análisis estructural cualitativo: teoría de conjuntos y pretopologías.

En los capítulos anteriores se estudió el cambio estructural de la economía mexicana a través del análisis cuantitativo y cualitativo en un marco de teoría de gráficas. En este tercer capítulo se analizará también el cambio estructural de la economía mexicana, a través del concepto de influencia económica, pero en un marco de teoría de conjuntos. Algunos de los conceptos que se desarrollarán se parecen a los utilizados en capítulos anteriores, pero otros son distintos.

En la primera parte del capítulo se desarrolla la metodología empleada, y se introducen algunos conceptos sobre teoría de conjuntos para análisis cualitativo de insumo-producto. En la segunda parte del capítulo se expone un ejemplo numérico usando una matriz agregada a 9 sectores, que permite entender con más precisión la metodología utilizada. En la tercera parte del capítulo se expone un ejercicio de análisis cualitativo que analiza el cambio estructural de la economía mexicana de 1980 a 1990. En la parte final del capítulo se presentan algunas conclusiones sobre la integración de la economía mexicana.

3.1 Modelo de entregas y teoría de conjuntos.

El marco teórico utilizado en el desarrollo de este capítulo es la teoría de conjuntos, no la teoría de gráficas.

Todo el desarrollo de los conceptos está basado en la matriz de entregas **$(I\text{-}E)^{-1}$** y su traspuesta. Es importante destacar la manera en que se leen estas matrices, cuyos elementos pueden interpretarse como elasticidades, es decir, cada uno de estos es una razón de incrementos porcentuales. A continuación se presenta un ejemplo, a tres sectores, de la matriz **$(I\text{-}E)^{-1}$** para comprender mejor su lectura:

$$(I\text{-}E)^{-1} = \Pi_{ji} = \begin{bmatrix} \dfrac{\Delta X_1/X_1}{\Delta X_{(1)1}/X_1} & \dfrac{\Delta X_2/X_2}{\Delta X_{(1)1}/X_1} & \dfrac{\Delta X_3/X_3}{\Delta X_{(1)1}/X_1} \\ \\ \dfrac{\Delta X_1/X_1}{\Delta X_{(1)2}/X_2} & \dfrac{\Delta X_2/X_2}{\Delta X_{(1)2}/X_2} & \dfrac{\Delta X_3/X_3}{\Delta X_{(1)2}/X_2} \\ \\ \dfrac{\Delta X_1/X_1}{\Delta X_{(1)3}/X_3} & \dfrac{\Delta X_2/X_2}{\Delta X_{(1)3}/X_3} & \dfrac{\Delta X_3/X_3}{\Delta X_{(1)3}/X_3} \end{bmatrix}$$

Visto por columna en la primera se lee cómo el incremento de las producciones de las ramas 2 y 3 inducen incrementos en la producción de la rama 1.[21]

Visto por fila en la primera se lee cómo el incremento de la producción en la rama 1 genera incrementos en la producción de las ramas 2 y 3.

Generalizando:

$$\Pi_{ji} = (\Delta X_j/X_{0j}) \Big/ (\Delta X_{(1)i}/X_{0i})$$

[21] Los coeficientes que aparecen sin subíndice ( ) indican que son aquellos que ocurren en el periodo inicial. Aquellos que aparecen con subíndice (1) son aquellos que ocurren en el siguiente periodo. Es por ello que los elementos de la diagonal principal de esta matriz nunca son igual a 1, dado que son distintos el numerador y el denominador de estos cocientes (ver anexo I).

donde Π_{ji} será igual al incremento porcentual de X_j inducido o generado por un incremento porcentual de X_i.

Por lo tanto si $\Pi_{ji} > 1$ significa que el incremento porcentual de X_i produce un incremento porcentual mas que proporcional en X_j.

Equivalentemente, si $\Pi_{ji} < 1$ significa que el incremento porcentual de X_i produce un incremento menos que proporcional en X_j.

Al construir la matriz $(\mathbf{I}-\mathbf{E})^{-1}$ se ha generado paralelamente un espacio **E** el cual se construye a partir de la misma relación binaria: x R y (x está relacionada con y) y se da cómo una relación de compra y venta.

Es importante mencionar que para la aplicación de esta metodología en el estudio de la economía mexicana se utilizó un programa de cómputo desarrollado especialmente para calcular rápida y fácilmente los conceptos de influencia económica que a continuación se presentan.[22]

En lugar de una digráfica (como en el capítulo II), se tratará en este caso de puntos o ramas en ese espacio, los cuales son vecinos de todos los otros puntos que tengan una relación con él.

Este espacio **E** puede tomar dos formas a través de dos matrices adyacentes creadas a través de un filtro. Entonces el programa mencionado colocará un uno (1) allí donde el valor $\pi_{ij} \geq F$ y un cero (0) allí donde no se cumpla esta relación.

Además, dicho programa permite el uso de hasta 72 filtros, los cuales se derivan del siguiente algoritmo:

$F = Min + [(Max - Min)\ l/n]$ $\qquad$ $l, \ldots, n-1$

donde: Min: Min Π_{ij} $\qquad \forall i,j$

Max: Max Π_{ij} $\qquad \forall i,j$

n: número de ramas

De tal forma que el programa arroja resultados para 72 filtros, obteniendo la matriz Ω y su traspuesta llamada $T\Omega$, las cuales son matrices binarias, filtradas a 72 niveles, lo que permite hacer un barrido de los 72 niveles rápidamente.

Empecemos por definir la relación de influencia. Como se dice en Solís (1981) la rama *i* influye a la rama *j* cuando las variaciones en la producción de la rama *i* inducen a variaciones en la producción de la rama *j*. Existen dos conceptos de influencia, ya sea vía compras o vía ventas.

Entonces la rama *i* estará influida vía compras por otras ramas, ya que un incremento en la producción de la rama *i* provocará una variación en la producción de las ramas a las que les compra.

De igual manera, la rama *i* influirá vía ventas a otras ramas, ya que un incremento en la producción de ésta rama provocará una variación en las ventas de la rama *i* a otras ramas.

Esta relación de influencia es dual, dado que si la rama *i* influye, vía ventas, a la rama *j*, la rama *j* influye, vía compras, a la rama *i*.

> "Estos dos tipos de relaciones tienen una significación diferente: la influencia vía compras concierne esencialmente a

[22] Unna y Valenzuela (1984).

una dependencia de las cantidades, mientras que la influencia vía ventas conduce a una dependencia por los precios. En este sentido, la primera relación será de mayor interés para políticas de crecimiento, mientras que la segunda podrá servir de fundamento para la localización de sectores estratégicos en la lucha antinflacionaria." (Solís, 1981, p.20.)

Ahora, volviendo al espacio generado **E** que puede tomar las formas de las matrices Ω y $T\Omega$, existen varios conjuntos, subconjuntos y superconjuntos que por sus características nos permitirán estudiar las relaciones de influencia entre las distintas ramas de la economía mexicana.

3.1.1 Conjunto Base

Es el conjunto de ramas que vamos a seleccionar arbitrariamente para ver cómo influye o es influido por el resto de las ramas. El cual es llamado "sector de trabajo" en el programa, y está definido por la letra **A**.

3.1.2 Interior de un conjunto base

Solís (1981) lo define así: el conjunto de todos los puntos interiores de un subconjunto **A** de un espacio **E** se llama interior de **A** y se define por A^{o}.

3.1.3 Adherencia de un conjunto base

Es el superconjunto más pequeño que contiene al conjunto base, y se define por la letra $\overline{A}$.

3.1.4 Frontera de un conjunto base

Es el subconjunto que contiene ramas que están dentro del conjunto base y otras que no lo están. Aquellas que están dentro del conjunto base son la parte interna de la frontera y la otras (que están en la adherencia) son la parte externa de la frontera.

Desde el punto de vista económico, son las ramas "de paso", las ramas que conectan un conjunto base con las ramas con las que está relacionado este conjunto base (llamadas adherencia).

Formalmente la frontera de A(Fr(A)) es:

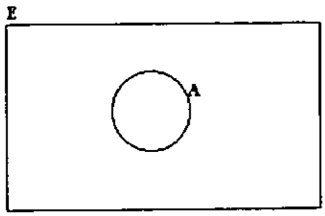
$Fr(A) = (\bar{A} - A) \cup (A - A^{o}) = \bar{A} - A^{o}$

Tabla 1. Conjuntos del espacio E.

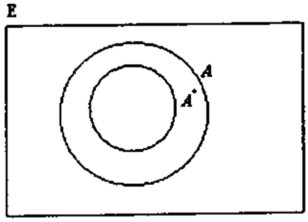
Relación	Adherencia	Interior
Ω $X_j \Omega_F X_i \Leftrightarrow \Pi_{ji} \geq F$	$ad_{\Omega F}[A] = \{i \mid \exists j \in A \cap \Omega'_F\}$	$int_{\Omega F}[A] = \{j \in A \mid \Omega'_F \subset A\}$
$T\Omega$ $X_j T\Omega_F X_i \Leftrightarrow \Pi_{ij} \geq F$	$ad_{T\Omega F}[A] = \{i \mid \exists j \in A \cap T\Omega'_F\}$	$int_{T\Omega F}[A] = \{j \in A \mid T\Omega'_F \subset A\}$

Veamos el siguiente ejemplo:

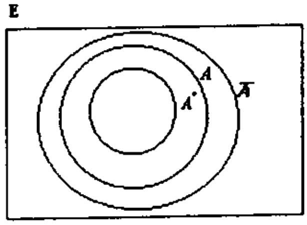
Sea un conjunto base **A** contenido en un espacio **E**:



Sea el interior A^o de A:



La adherencia $\overline{A}$ de A contiene a estos dos conjuntos:En este ejemplo $A^o \subset A \subset \overline{A}$



.En este ejemplo $A^o \subset A \subset \overline{A}$.

3.2 Un ejemplo numérico para la economía mexicana.

A continuación se presenta un ejercicio utilizando el programa de cómputo para la matriz **$(I\text{-}E)^{-1}$** de México a nueve sectores para el año de 1980, la cual nos permitirá ilustrar los conceptos desarrollados en la sección anterior.

En primer lugar se tiene la matriz **$(I\text{-}E)^{-1}$**, y su traspuesta, las cuales se presentan a continuación:

$$(I\text{-}E)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.1295 & 0.0048 & 0.8934 & 0.0862 & 0.0023 & 0.0258 & 0.0244 & 0.0051 & 0.0375 \\ 0.0357 & 1.1412 & 0.8638 & 0.1764 & 0.1222 & 0.0430 & 0.0256 & 0.0103 & 0.0394 \\ 0.0495 & 0.0081 & 1.4981 & 0.1444 & 0.0038 & 0.0426 & 0.0408 & 0.0084 & 0.0562 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0621 & 0.0399 & 0.7229 & 0.1089 & 1.0550 & 0.1801 & 0.0375 & 0.0408 & 0.0796 \\ 0.0173 & 0.0056 & 0.1941 & 0.0446 & 0.0048 & 1.0283 & 0.0179 & 0.0043 & 0.0234 \\ 0.0220 & 0.0111 & 0.2332 & 0.0785 & 0.0044 & 0.0899 & 1.0708 & 0.0117 & 0.0404 \\ 0.0136 & 0.0040 & 0.1195 & 0.0431 & 0.0025 & 0.1219 & 0.0146 & 1.0168 & 0.0722 \\ 0.0076 & 0.0070 & 0.1005 & 0.0341 & 0.0029 & 0.0995 & 0.0259 & 0.0346 & 1.0584 \end{bmatrix}$$

y su traspuesta $(I\text{-}E)^{-1'}$:

$$(I\text{-}E)^{-1'} = \begin{bmatrix} 1.1295 & 0.0357 & 0.0495 & 0.0000 & 0.0621 & 0.0173 & 0.0220 & 0.0136 & 0.0076 \\ 0.0048 & 1.1412 & 0.0081 & 0.0000 & 0.0399 & 0.0056 & 0.0111 & 0.0040 & 0.0070 \\ 0.8934 & 0.8638 & 1.4981 & 0.0000 & 0.7229 & 0.1941 & 0.2332 & 0.1195 & 0.1005 \\ 0.0862 & 0.1764 & 0.1444 & 1.0000 & 0.1089 & 0.0446 & 0.0785 & 0.0431 & 0.0341 \\ 0.0023 & 0.1222 & 0.0038 & 0.0000 & 1.0550 & 0.0048 & 0.0044 & 0.0025 & 0.0029 \\ 0.0258 & 0.0430 & 0.0426 & 0.0000 & 0.1801 & 1.0283 & 0.0899 & 0.1219 & 0.0995 \\ 0.0244 & 0.0256 & 0.0408 & 0.0000 & 0.0375 & 0.0179 & 1.0708 & 0.0146 & 0.0259 \\ 0.0051 & 0.0103 & 0.0084 & 0.0000 & 0.0408 & 0.0043 & 0.0117 & 1.0168 & 0.0346 \\ 0.0375 & 0.0394 & 0.0562 & 0.0000 & 0.0796 & 0.0234 & 0.0404 & 0.0722 & 1.0584 \end{bmatrix}$$

Después se define un sector de trabajo, el cual será el conjunto base. Para este ejemplo se decidió utilizar un sector compuesto por los sectores I. Agricultura y II. Alimentos. El programa mencionado construirá automáticamente la matriz Ω colocando unos (1) allí donde $\Pi_{ij} \geq$ filtro y ceros (0) en los demás casos. También construirá la matriz TΩ colocando unos allí donde $\Pi_{ji} \geq$ filtro y ceros de otra forma.

El programa generará un rango de filtros entre el valor máximo y el valor mínimo de los coeficientes de la matriz **(I-E)$^{-1}$**, proporcionando, en este caso, hasta nueve filtros (dado que se está usando una matriz de 9 sectores).

Para el ejemplo se escogió el nivel 1 correspondiente a un filtro ≥ .04938. Entonces el programa genera la matriz TΩ binarizada y filtrada, la cual sería:

$$T\Omega_{F\geq.04938}=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Y su traspuesta:

$$\Omega_{F\geq.04938}=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Entonces obtenemos dos matrices donde:

a) La relación Ω existe a un cierto nivel del filtro, si y sólo si:

$X_j \, R \, X_i \Leftrightarrow \Pi_{ji} \geq$ filtro. Esta relación se llama Ω_F porque es a un cierto filtro que:

$X_j \, \Omega_F \, X_i \Leftrightarrow \Pi_{ji} \geq F$, donde F= filtro y $\{\Pi_{ji}\} = (I-E)^{-1'}$

b) La relación **TΩ** a un cierto filtro existe si y sólo si:

$X_i \, R \, X_j \Leftrightarrow \Pi_{ij} \geq$ filtro. Esta relación se llama **TΩ_F** porque es a un cierto filtro, que:

$X_i \, T\Omega_F \, X_j \Leftrightarrow \Pi_{ij} \geq F$. donde $\{\Pi_{ij}\} = (I-E)^{-1}$

Ω_F es la relación: "es influida por"

TΩ_F es la relación: "influye a"

Entonces la relación entre el sector j y el sector *i* es importante, si y sólo si, es mayor a un cierto filtro. Por lo que entre más grandes sean los coeficientes Π_{ji} y Π_{ij} más importante será la relación.

Volviendo al conjunto en estudio que se había elegido, compuesto por el sector I. Agricultura y el sector II. Alimentos, se estudiarán sus relaciones de compra y venta a través del estudio de estas matrices TΩ y Ω. La matriz Ω nos dirá las compras relativas que realiza este conjunto al resto de los sectores, y la matriz TΩ las ventas relativas que realiza al resto de los sectores.

Veamos nuevamente la matriz Ω:

$$\Omega_{F\geq .04938} = \left[\begin{array}{cc|ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}\right]$$

En esta matriz el conjunto base **A** está representado por los sectores I y II, y las relaciones del sector I con el resto de los sectores están representadas en las filas uno y dos; y las columnas uno y dos. Leyendo las filas uno y dos, se lee con qué ramas están relacionados los sectores I y II, vía compras, es decir, aquellas ramas a las que influye. En el ejemplo los sectores I y II están influidos por ellos mismos, y por los sectores III y V. Esta fila representa la adherencia $\overline{A}$ del conjunto base.

Leyendo la columna uno, se lee con qué ramas están relacionados los sectores I y II, vía ventas, es decir, aquellas ramas a las que influyen. En el ejemplo los sectores I y II influyen a ellos mismos, y a los sectores III, IV y V.

En la intersección de las filas uno y dos con las columnas uno y dos se encuentran las relaciones internas **A°** del conjunto base A, y existirá un interior, si y sólo si, dentro de ella existe por lo menos un 1 y fuera del conjunto base, leyendo por columna, existan sólo ceros. Esto significa que el conjunto base sólo está relacionado a través de las ventas entre los sectores que conforman el conjunto base y no con otros sectores. En el ejemplo no existe interior dado que los sectores I y II se ven influidos vía ventas no sólo por ellos mismos, sino por los sectores III, IV y V.

Ahora estudiemos la matriz TΩ:

$$
T\Omega_{F \geq .04938} = \left[\begin{array}{cc|ccccccc}
1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\hline
1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right]
$$

Leyendo las filas uno y dos, se lee con qué sectores están relacionados los sectores I y II, vía ventas, es decir aquellos sectores a los que influyen. En el ejemplo los sectores I y II influyen a ellos mismos, y a los sectores III, IV y V. Esta es la adherencia del conjunto base (que está compuesto por los sectores I y II) la cual incluye a ellos mismos y a los sectores a los que influye vía ventas.

Leyendo las columnas uno y dos, se lee con qué sectores están relacionados vía compras los sectores I y II, es decir, aquellos sectores por los que están influidos. En el ejemplo los sectores I y II están influidos por ellos mismos, y por los sectores III y V.

En la intersección de la(s) columnas(s) y fila(s) que conforman el conjunto base, (en este caso la intersección de las filas y columnas 1 y 2) se observan las relaciones que se dan entre las ramas que conforman el conjunto base, y existirá un interior A^{o}, si y sólo si, dentro de esta intersección exista por lo menos un uno y fuera del conjunto base, leyendo por columna, existan sólo ceros. Esto significa que el conjunto base sólo está relacionado a través de las compras entre las ramas que conforman el conjunto base, y no con el exterior.

En el ejemplo existe un interior A^{o} (el uno en negrita) dado que los sectores I y II en la columna II no están influidos vía compras por ningún otro sector (es decir hay sólo ceros en la columna II fuera de la intersección), además existe un uno en la intersección.

Entonces en ambas matrices, todas las filas del conjunto en estudio son la adherencia, la cual contiene a los sectores que conforman al conjunto en estudio, más otras ramas que se le adhieren.

Se pueden presentar cuatro casos distintos dependiendo del tamaño de estos tres conjuntos:

El caso más general:

$A^{o} \subset A \subset \overline{A}$

Casos extremos:

$A^{o} \subset A = \overline{A}$

$A^{o} = A \subset \overline{A}$

Caso más extremo:

$A^{o} = A = \overline{A}$

Si $A^{o} \subset A$ quiere decir que el interior está protegido por otras ramas de la base, es decir, que no tiene contacto directo con las ramas de la adherencia. Se dice que es un conjunto cerrado.

Si $A \subset \overline{A}$ quiere decir que el conjunto base está rodeado por ramas de afuera, se dice que es un conjunto abierto.

Si $A = \overline{A}$ ya no existe ninguna rama afuera del conjunto base, se dice que es un conjunto cerrado.

Si $A^{o} = A$ quiere decir que el interior es igual al conjunto base y que tiene contacto directo con las ramas de la adherencia. Se dice que es un conjunto abierto.

En el caso de la relación $T\Omega$, si $A \subset \overline{A}$ quiere decir que este sector está transmitiendo influencias a otras ramas.

Para el caso de la relación Ω si $A \subset \overline{A}$ quiere decir que este sector está recibiendo influencias de otras ramas.

Estudiando solamente las relaciones del conjunto base con el resto de las ramas, esto es la llamada frontera exterior, se pueden hacer unos gráficos que representen si este sector I recibe y/o transmite influencias al resto o del resto de las ramas.

Al fltro l= .04938, los sectores I y II son influidos por dos sectores dado que puede observarse en la tabla 2, que a dicho nivel ($\overline{A}$ - A) la frontera exterior es igual a dos. Esta relación se observa en la matriz Ω.

A ese mismo filtro, los sectores I y II influyen a tres sectores, dado que puede observarse en la tabla 3, que a dicho nivel ($\bar{A}$ - A) la frontera exterior es igual a tres. Esta relación se observa en la matriz TΩ.

Tabla 2. Relaciones de influencia de la matriz Ω

Nivel	$\mathring{A}$	$\mathring{\mathring{A}}$	$\bar{A}$	$\bar{\bar{A}}$	$A-\mathring{A}$	$\bar{A}-A$	$\bar{A}-\mathring{A}$	Radh	Rint		
1 0.049383	0	0	4	8	2	2	4	2.00	0.00	No Cdo.	No Abto.
2 0.098765	0	0	2	2	2	0	2	1.00	0.00	Cerrado	No Abto.
3 0.148148	0	0	2	2	2	0	2	1.00	0.00	Cerrado	No Abto.
4 0.197531	0	0	2	2	2	0	2	1.00	0.00	Cerrado	No Abto.
5 0.222222	0	0	2	2	2	0	2	1.00	0.00	Cerrado	No Abto.
6 0.444444	0	0	2	2	2	0	2	1.00	0.00	Cerrado	No Abto.
7 0.666667	0	0	2	2	2	0	2	1.00	0.00	Cerrado	No Abto.
8 0.888889	1	1	2	2	1	0	1	1.00	0.50	Cerrado	No Abto.
9 1.000000	2	2	2	2	0	0	0	1.00	1.00	Cerrado	Abierto

Fuente: Rescatada del programa *Análisis pretopológico de ramas* utilizando la matriz de 1980 agregada a 9 sectores.

Tabla 3. Relaciones de influencia de la matriz TΩ

Nivel	$\mathring{A}$	$\mathring{\mathring{A}}$	$\bar{A}$	$\bar{\bar{A}}$	$A-\mathring{A}$	$\bar{A}-A$	$\bar{A}-\mathring{A}$	Radh	Rint		
1 0.049383	1	1	5	7	1	3	4	2.50	0.50	No Cdo.	No Abto.
2 0.098765	2	2	5	6	0	3	3	2.50	1.00	No Cdo.	Abierto
3 0.148148	2	2	4	4	0	2	2	2.00	1.00	No Cdo.	Abierto
4 0.197531	2	2	3	3	0	1	1	1.50	1.00	No Cdo.	Abierto
5 0.222222	2	2	3	3	0	1	1	1.50	1.00	No Cdo.	Abierto
6 0.444444	2	2	3	3	0	1	1	1.50	1.00	No Cdo.	Abierto
7 0.666667	2	2	3	3	0	1	1	1.50	1.00	No Cdo.	Abierto
8 0.888889	2	2	3	3	0	1	1	1.50	1.00	No Cdo.	Abierto
9 1.000000	2	2	2	2	0	0	0	1.00	1.00	Cerrado	Abierto

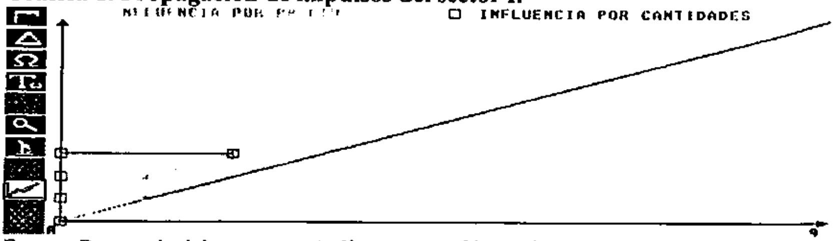
Fuente: Rescatada del programa *Análisis pretopológico de ramas* utilizando la matriz de 1980 agregada a 9 sectores.

Entonces a este nivel se obtendría un gráfico así:

El conjunto base A que en el ejemplo son los sectores I y II, reciben influencias vía compras de otros sectores, y transmiten influencias vía ventas, hacia otros sectores.

El programa permite obtener también resultados para la transmisión de impulsos o influencias de precios y de cantidades, y grafica estas relaciones de la siguiente forma:

Gráfica 1. Propagación de impulsos del sector I.



Fuente: Rescatada del programa *Análisis pretopológico de ramas* utilizando la matriz de 1980 agregada a 9 sectores.

La gráfica tiene en el eje de las abscisas el número de sectores influidos por el conjunto base Ω, y en el eje de las ordenadas el número de sectores a los que la base influye TΩ. En cada punto se representa un filtro diferente, en este caso se graficaron nueve filtros, que es el número máximo de filtros para este número de sectores. La gráfica dibuja una línea de 45°, de esta manera se pueden caracterizar los sectores de trabajo como amplificadores de perturbaciones, amortiguadores o centrales. Esta clasificación se parece a aquella usada en el Capítulo II con relación a los índices de centralidad.

Entonces si la curva de perturbaciones de precios (o de cantidades) de un sector se encuentra por arriba de la línea de 45° significará que los incrementos en la producción de este sector producen ventas mayores a los incrementos en las compras derivados de este mismo incremento en la producción de este sector. Es decir, las ventas relativas derivadas de un cambio en la producción de este sector son mayores a las compras relativas derivadas de ese mismo cambio. Por lo que este sector será un amplificador de precios (o de cantidades).

Si, por el contrario, la curva de perturbaciones de precios (o de cantidades) se encuentra por debajo de la línea de 45° significará que este sector es un amortiguador de precios (o de cantidades), dado que un cambio en la producción de este sector provoca incrementos relativos mayores en las compras de este sector al resto de las ramas que los incrementos inducidos por este mismo cambio a las ventas de este sector al resto de las ramas.

Aquellos sectores cuyas curvas aparecen sobre la línea de 45° son *centrales*, si éstos se encuentran lejos del origen tenderán a ser conjuntos que difunden perturbaciones, y si se encuentran cerca del origen, tenderán a ser conjuntos aislados.

El programa no sólo permite saber cuántas ramas conforman los distintos subconjuntos contenidos dentro de las matrices Ω y $T\Omega$, sino también permite saber cuáles son .

En este caso los sectores por los cuales están influidos los sectores I y II son los sectores III y V, e influyen a los sectores III, IV y V.

Además revisando la gráfica de influencias se puede concluir que el sector I es esencialmente un amplificador de impulsos de cantidades y de precios.

A esta agregación a 9 sectores, el análisis es un poco artificial, pero se ha hecho sólo con fines ilustrativos. A continuación se presenta un ejercicio a

3.3 Un ejercicio de análisis estructural cualitativo para la economía mexicana usando teoría de conjuntos.

Utilizando la metodología expuesta en las secciones 1 y 2 de este capítulo, y con la ayuda de el programa de cómputo ya mencionado, desarrollado especialmente para calcular todos los conceptos de influencia económica que se han expuesto en esta sección, se presenta un análisis estructural de la economía mexicana que por medio del análisis de la influencia económica estudia los cambios estructurales que ha sufrido la economía mexicana de 1980 a1990. Para lo cual se utilizan las matrices de transacciones totales e internas de los años 1980, 1985 y 1990.

Se decidió agrupar a las 72 ramas económicas en 9 grupos, la forma en que se agruparon se presenta en el anexo, procurando que los grupos contuvieran aquellas ramas entre las cuales se realizan el mayor número de transacciones de compra y venta. Ya teniendo los 9 sectores de trabajo, se estudian los resultados obtenidos para analizar el cambio estructural de la economía mexicana, todo esto utilizando el concepto de influencia económica que se presenta entre dichos bloques.

Es importante mencionar que aunque se agrupen las ramas en nueve sectores, el programa realiza los cálculos utilizando las matrices completas a 72 ramas. Esto nos permite, por un lado, hacer un análisis por bloque, al saber si por ejemplo el sector Automotriz está relacionado vía compras o ventas con el sector Petroquímica y, por otro lado, conocer precisamente por medio de cuáles ramas se establece esta relación. Por lo que es de mencionar que no se está agregando la matriz y por lo tanto no se pierde información como en el análisis de teoría de gráficas desarrollado en el Capitulo II, en donde si no se agregaba la matriz se volvían inmanejables los resultados obtenidos.

3.3.1 Análisis de influencias

Se calcularon las matrices Ω " es influido por" y $T\Omega$ "influye a" correspondientes a 72 filtros para los nueve sectores y para las cinco matrices de entregas $(\mathbf{I}\text{-}\mathbf{E})^{-1}$ correspondientes.

Una vez calculadas, se estudiaron los distintos resultados arrojados por los niveles o filtros, decidiéndose realizar el análisis al filtro $40 \leq 0.11111$, dado que a este nivel el número de ramas por las cuales están relacionadas vía compras (Ω) o vía ventas ($T\Omega$) los bloques económicos, son un número razonable, es decir, sólo aparecen aquellas ramas a las cuales influyen o son influidas por el sector de trabajo en un porcentaje mayor. Estas ramas serán las ramas contenidas en la llamada frontera exterior, son las ramas "de paso", las cuales constituyen el llamado "esqueleto" de la economía, dado que son las que conectan un sector con otro.

En los diagramas 1 y 2, se puede observar la influencia por los cambios en las ventas y las compras entre sectores para los años 1980 y 1990 transacciones totales. Estos diagramas están constituidos en base a los cuadros 1 y 2 del anexo, que presentan en forma detallada las ramas por medio de las cuales influye o es influido cada sector.

3.3.2 Clasificación de sectores

Un segundo análisis del cambio estructural se puede observar con las gráficas de influencia de cada bloque estudiado. Estas gráficas nos permiten graficar el número de sectores que influyen a la base Ω (eje de las x's) contra el número de sectores a los que la base influye $T\Omega$ (eje de las y's). Lo que nos permite clasificar a cada sector como:

a) amplificador de precios

b) amplificador de cantidades

c) amortiguador de precios

d) amortiguador de cantidades

e) central

Aquellos sectores que sean esencialmente amplificadores de impulsos de cantidades serán importantes para promover el crecimiento económico y aquellos sectores que sean esencialmente amplificadores de impulsos de precios serán importantes para ser considerados en un política antinfalcionaria.

Lo interesante de este tipo de análisis es que nos permite saber exactamente cuáles son las ramas por las cuales se transmiten estos impulsos.

3.3.3 Resultados para la economía mexicana

A un filtro $40 \leq 0.11111$, se puede observar en los diagramas de cambios de influencia 1 y 2, que de 1980 a 1990 para la matriz de transacciones totales desaparecen algunas de las influencias entre sectores. De hecho la matriz de 1980 presenta un número de 20 relaciones de influencia de compra/venta, mientras que la matriz de 1990 sólo presenta 18.

En 1980 los sectores que recibían más influencias vía compras eran: Construcción y Servicios. Para ese mismo año, el sector que influía más sobre el resto de la economía era el sector Petroquímica.

Para 1990 los sectores que recibían más influencia vía compras del resto de la economía eran: Construcción, Electricidad y Comunicaciones, y Servicios. Para ese mismo año el sector que influía más al resto de la economía era también el sector Petroquímica.

De 1980 a 1990 aquellos sectores que presentan cambios en sus relaciones de influencia son: Construcción, Electricidad y Comunicaciones, Automotriz, y Servicios.

En el caso de Construcción, dejó de recibir influencias del sector Automotriz, dado que desaparecen la matriz Ω la influencia de la rama 41. También dejó de recibir influencias del sector servicios a través de la rama 68.

El sector Electricidad y Comunicaciones por el contrario, para 1990 recibía 2 influencias más, una proveniente del sector Servicios a través de la rama 68 y otra del sector Minería a través de la rama 55.

El sector Automotriz dejó de mandar influencias a 2 sectores: Electricidad y Comunicaciones y Servicios.

El sector Servicios dejó de recibir influencia de 2 sectores, del sector Automotriz y del sector Minería.

Estos resultados a nivel de rama se pueden observar en los Cuadros 1 y 2 del anexo que presentan las influencias por las compras y por las ventas de cada sector para las matrices de 1980 y 1990 transacciones totales.

Se decidió trabajar con el filtro 40 ≤ 0.11111, y aunque a primera vista las ramas "de paso" parecen muchas, dado que son 43 (60% del total), si se utilizaba un filtro más fuerte desaparecían influencias importantes como la del sector Petroquímica con el sector Automotriz. Este número tan elevado de ramas "de paso" se debe a que el sector Petroquímica le vende a muchas ramas (13) y el sector Construcción le compra a muchas ramas (13). Pero si restamos estas ramas al total, sólo nos quedan 17 ramas, que son las "ramas de paso" del resto de los sectores.

Dadas sus relaciones de influencia, estos sectores son muy importantes, por lo que sería interesante que en un futuro se hiciera un estudio de los interiores de estos conjuntos, para revelar qué tipo de relaciones existen dentro de los mismos. En este estudio no se presenta este tipo de análisis, dado que la finalidad del mismo es analizar la integración global de la economía mexicana.

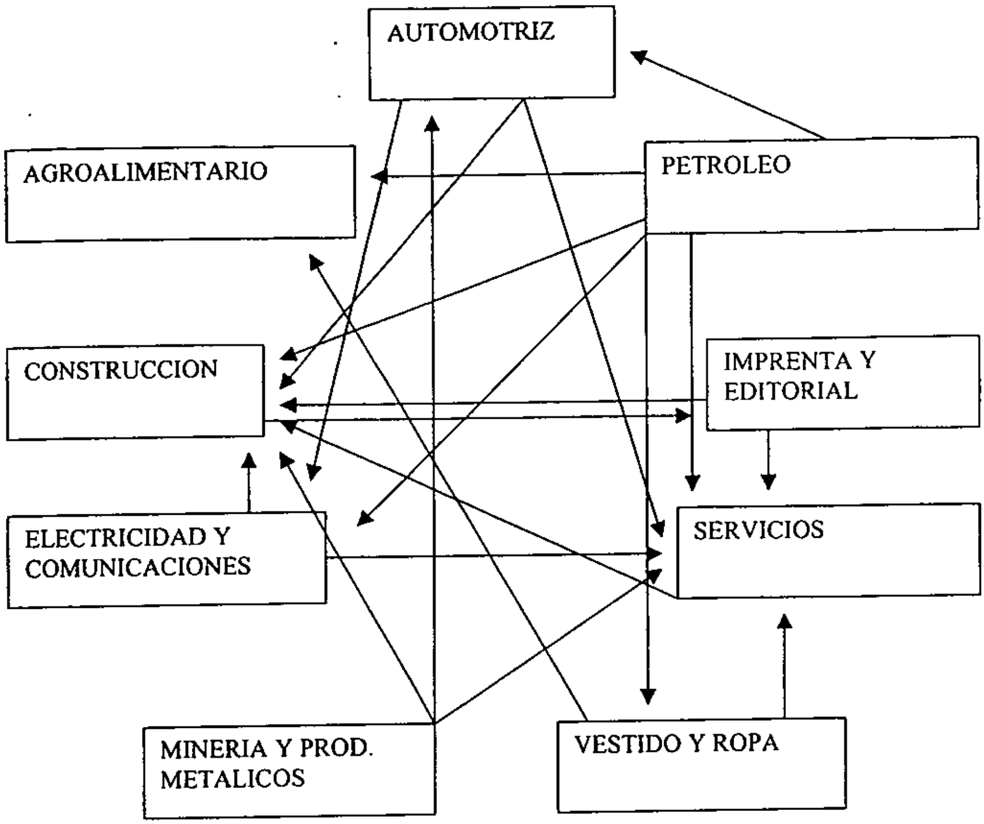


Diagrama 1. Cambios en la influencia por las ventas y las compras entre sectores para la matriz de transacciones totales de 1980.

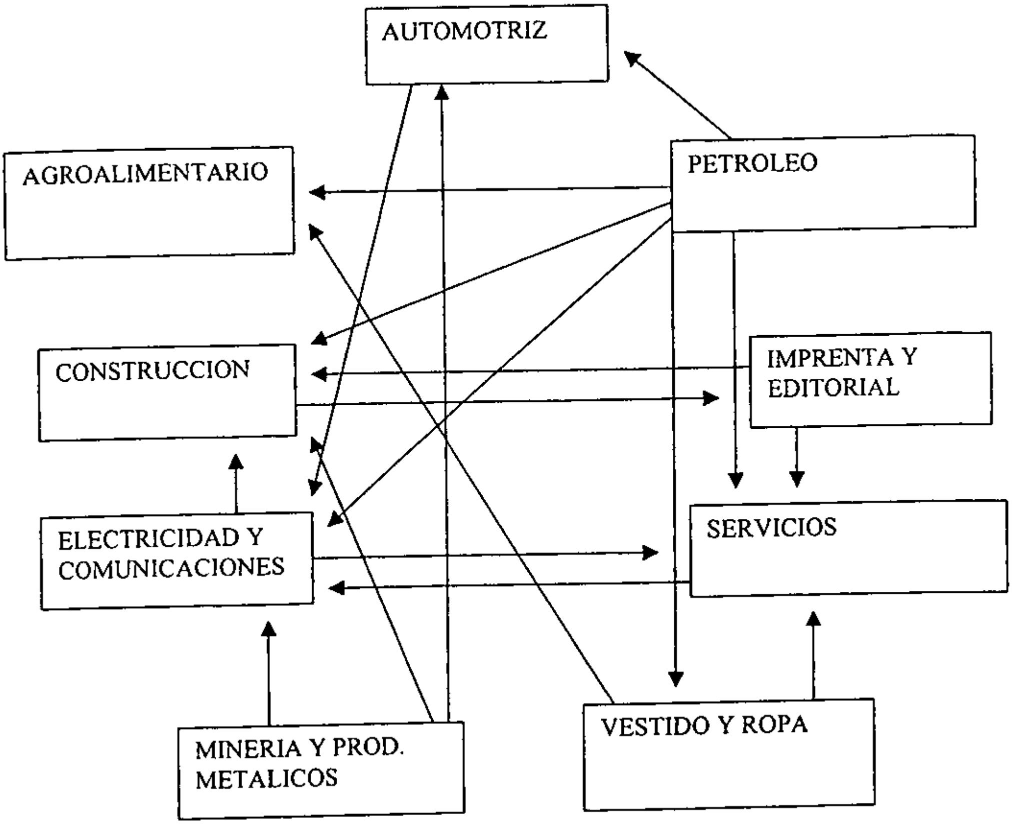


Diagrama 2. Cambios en la influencia por las ventas y por las compras entre sectores para la matriz de transacciones totales de 1990.

3.3.5 Análisis de clasificación de sectores

En el cuadro 1 se presenta la clasificación de los sectores como amplificadores, amortiguadores de impulsos o centrales, tanto de precios como de cantidades.

Cuadro 1. Clasificación de sectores

RAMAS	MTI 1980		MTI 1990		MTT 1980		MTT 1990	
	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
Vestido y Ropa	amort.	central	amort.	central	amort.	central	amort.	central
Servicios	amp.	amort.	amp.	amort.	amp.	amort.	amp.	amort.
Minería	Central	amp.	central	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.
Petroquímica	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	central	amp.
Imprenta	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.
Agroalimentario	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.
Electricidad y Comunicaciones	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	amp.	central
Construcción	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.
Automotriz	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.	amort.

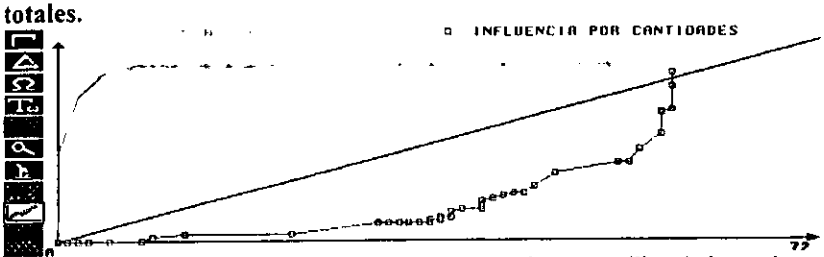
Fuente: Elaboración propia en base a las gráficas de la 2 a la 46.
amp: amplificador
amort: amortiguador
MTT: Matriz de transacciones totales
MTI: Matriz de transacciones internas

En el cuadro uno se observa que de 1980 a 1990 los nueve sectores mantienen sus posiciones como amplificadores, amortiguadores o centrales. Los únicos tres sectores que modifican su clasificación para 1990 transacciones totales son: Petroquímica que de ser amplificador de precios en 1980, en 1990 se vuelve central, y ya casi llegando al equilibrio se vuelve amplificador. El otro sector es Electricidad y Comunicaciones, el cual de ser un sector amplificador de cantidades en 1980 transacciones internas, se vuelve central en 1990, aunque ya casi llegando al equilibrio empieza a volverse amplificador (Ver gráficas 2-46 del anexo II).

Un dato interesante es el referente al sector Servicios, el cual amortigua impulsos de cantidades y al mismo tiempo amplifica impulsos de precios. Una política antinflacionaria debería considerar muy de cerca las ramas que conforman este sector, más específicamente, los productos que vende a las ramas de paso, que a un nivel 40 sería la rama 64 (Transporte).

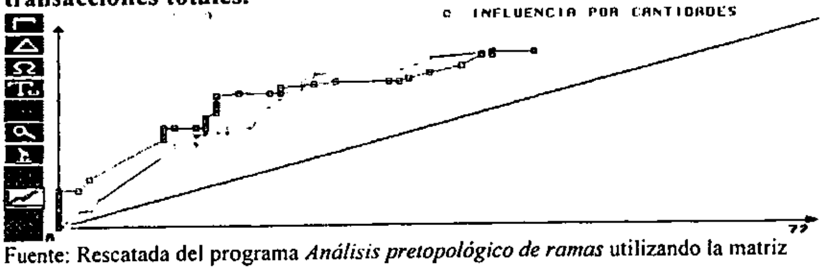
A continuación se presentan dos gráficas, la del sector Servicios y la del sector Petroquímica para 1990 transacciones totales. El resto de las gráficas se encuentran en el Anexo.

Gráfica 2. Clasificación del Sector Servicios para 1990 transacciones totales.



Fuente: Rescatada del programa *Análisis pretopológico de ramas* utilizando la matriz de 1990 transacciones totales.

Gráfica 3: Clasificación del Sector Petroquímica para 1990 transacciones totales.



Fuente: Rescatada del programa *Análisis pretopológico de ramas* utilizando la matriz de 1990 transacciones totales.

Para una política de crecimiento, los sectores que se caracterizan por amplificar impulsos en las cantidades son: Minería, Petroquímica, Imprenta y Electricidad y Comunicaciones. Sin embargo debe tomarse en cuenta que estos sectores también amplifican impulsos de precios, y aunque algunos de los productos que venden estos sectores podrían ser controlados por medio de una política antinflacionaria, algunos de los precios de estos productos se cotizan internacionalmente, lo que haría imposible esta tarea.

Resumiendo, este capítulo estudia la estructura económica mexicana usando el concepto de influencia económica en un marco de teoría de conjuntos. Los resultados revelan que la economía mexicana se ha desintegrado de 1980 a 1990, habiendo desaparecido relaciones de influencia entre algunos de los sectores.

Los resultados en las gráficas de influencia revelan un cambio estructural lento, dado que sólo dos sectores de la economía presentan cambios en sus relaciones de influencia de 1980 a 1990, y sólo de forma parcial, dado que en los tres casos ya en los últimos impulsos antes de converger al equilibrio tienden al resultado de 1980.

También se ha demostrado cómo el uso de la teoría de conjuntos para hacer análisis cualitativo de Insumo-Producto nos permite por un lado hacer un análisis global y por otro lado un análisis a nivel de rama, esto se logra al realizarse todos los cálculos utilizando la matriz a 72 ramas.

Los conceptos desarrollados en este capítulo nos permiten manejar una cantidad de información enorme, sin ser necesaria la agregación de las matrices.

Cabe mencionar que sería interesante que se hiciera en el futuro un estudio que utilizara la matriz de coeficientes importantes y que se analizara con teoría de conjuntos en vez de teoría de gráficas.

CONCLUSIONES

A lo largo de los diversos capítulos de este trabajo se presentaron y utilizaron distintas herramientas de análisis de insumo-producto para estudiar el grado de desarrollo de la economía mexicana. Se analizó el grado de integración de las ramas económicas, así como el cambio estructural inherente a ellas.

Es importante mencionar que al igual que en el trabajo de Puchet (1998): "por el tipo y las características de la información usada se trata de un enfoque de largo plazo de la evolución de las economías. Por ello sus conclusiones sólo pueden tener efectos sobre estrategias y las políticas que pretendan sostenerse durante periodos extensos –varios sexenios– y que tengan como objetivo modificar estructuras o configuraciones económicas."[23]

En el capítulo primero se presentó una versión abreviada de los fundamentos del modelo insumo-producto y algunas de sus extensiones. A partir de esta descripción se aplican algunas herramientas de las teorías de gráficas para derivar coeficientes de influencia directa, global y total así como de circularidad estructural.

Los resultados más sobresalientes de este capítulo son los referentes al ICG[24], los cuales permiten afirmar que la economía mexicana tuvo un reacomodo interno de 1980 a 1990, en el cual algunas relaciones entre los

[23] M. Puchet (1998), p.1.

sectores de la economía desaparecieron, eso quiere decir que la complejidad de la estructura productiva y su integración interna disminuyó, dando como resultado una estructura productiva más simple.

Observando ese mismo índice para transacciones totales, parecería que de 1980 a 1990 la complejidad de la estructura productiva y su integración permanecieron constantes.

Parecería que la pérdida de interrelaciones entre algunas ramas de la economía se compensó en un cierto nivel por las interrelaciones surgidas por las compras de bienes importados.[25] Es decir, la integración que se perdió internamente, se ganó con ramas de importación.

Sin embargo esta compensación no fue suficiente como para generar una estructura productiva más integrada, ya que el ICG permaneció constante en el periodo de estudio.

En el capítulo II se introduce la construcción de matrices adyacentes de la matriz de insumo-producto, obteniendo una representación gráfica de las mismas. Esto permite construir índices de centralidad que indican la importancia relativa de cada rama en su doble papel: como oferente y demandante.

El fenómeno de reajuste de la economía mexicana también se puede observar en la densidad (el número de arcos o relaciones entre los sectores de la economía) de las matrices de coeficientes importantes. La matriz de

---

[24] Para el análisis se tomaron en cuenta aquellos índices surgidos de las matrices a 72 sectores, es decir, las matrices no agregadas.
[25] Esta hipótesis tomada de Puchet (1998) y Ruiz (1999).

transacciones internas se vuelve menos densa de 1980 a 1990, pasando lo contrario con la matriz de transacciones totales, la cual se vuelve más densa.

Es importante mencionar que estos últimos resultados provienen de matrices agregadas a 22 sectores. Sin embargo, al observar los resultados que arroja el análisis del tercer capítulo con el uso de matrices no agregadas, se aprecia que aún para las matrices de transacciones totales de 1980 a 1990 se perdieron algunas conexiones estratégicas entre los distintos sectores de la economía, volviéndose más simple en un 10% la estructura productiva mexicana. Lo que hace pensar que los resultados obtenidos por medio de las matrices agregadas a 22 sectores pueden no estar reflejando la estructura económica mexicana, al estar influidos por los criterios de agregación utilizados y por lo tanto reflejar la pérdida de información inherente a cualquier matriz agregada.

El tercer capítulo presenta una extensión de la teoría de gráficas representando los sectores a base de teoría de conjuntos. Se concibe al aparato productivo como un conjunto de relaciones intersectoriales que permiten localizar subconjuntos relevantes, es decir, ramas económicas o conjuntos de ellas que amplifican impulsos económicos o que los reducen. Se elaboró una clasificación de las ramas económicas en nueve bloques de ramas con alta interdependencia entre si, y se estudió la interacción de tales bloques.

La lectura de los diagramas del tercer capítulo y las ramas que los conforman permitieron identificar las ramas estratégicas que son aquellas mediante las cuales se relacionan los distintos bloques de la economía. Se observó que los bloques más dinámicos en ambos años eran: petroquímica y construcción, los cuales tienen un gran poder de amplificación de impulsos. Estos dos sectores concentran aproximadamente 50% del total de ramas estratégicas, lo cual sugeriría un estudio mas detallado hacia el interior de los mismos.

En lo referente al cambio estructural, el análisis de los índices de centralidad IC permitió observar, en un primer momento, que los distintos sectores de la economía de 1980 a 1990 tuvieron un porcentaje de cambio pequeño (45% para transacciones totales) comparado con aquel experimentado por la economía de la India durante la misma década (93%).[26]

Por otro lado, el estudio de las gráficas de impulsos del tercer capítulo arroja resultados parecidos a aquellos de los IC. En estas gráficas se puede observar con claridad cómo los distintos sectores de la economía se mantienen en una posición, ya sea como amplificadores o amortiguadores de impulsos de precios o cantidades; a través de 1980, 1985 y 1990.

Ambos resultados nos llevan a concluir que la economía mexicana vivió en el periodo de estudio un cambio estructural lento.

En ese mismo análisis de las gráficas de impulsos, se pudo observar que un sector estratégico en el combate a los precios es el sector servicios. También se observa que los sectores que amplifican impulsos de cantidades

[26] Gosh y Roy (1998).

son: minería y prod. metálicos; imprenta y editorial; petroquímica; así como electricidad y comunicaciones. Todos estos son sectores que deberían tomarse en cuenta en un programa de estímulo al crecimiento económico, y más que estos sectores, las ramas por las cuales se realizan las transacciones ente ellos (mismas que aparecen en el anexo en las tablas de influencia 1 y 2).

En resumen, de acuerdo con los resultados obtenidos en todo el estudio se puede concluir que:

a) La economía mexicana vivió un proceso de reajuste de 1980 a 1990, siendo más acentuado el reajuste interno, esto es, sin contar las relaciones surgidas con la compra de importaciones.

Es importante mencionar que es necesario realizar un estudio sobre la década de los noventa en cuando se tengan las matrices correspondientes, dado que fue durante esta década que se firmó y entró en operación el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, e imperó una mayor apertura de la economía mexicana. Por lo que un estudio sobre el impacto del mismo nos permitiría observar si la economía importó tecnología y procesos productivos de países del norte, o por el contrario, como sucedió en la década de los ochenta se dedicó a importar insumos provocando que la estructura interna se volviera más simple.

b) La economía mexicana vivió un cambio estructural lento de 1980 a 1990, revelando una estructura económica cuasi-estática. Esto implica que no son: minería y prod. metálicos; imprenta y editorial; petroquímica; así como electricidad y comunicaciones. Todos estos son sectores que deberían tomarse en cuenta en un programa de estímulo al crecimiento económico, y más que estos sectores, las ramas por las cuales se realizan las transacciones ente ellos (mismas que aparecen en el anexo en las tablas de influencia 1 y 2).

En resumen, de acuerdo con los resultados obtenidos en todo el estudio se puede concluir que:

a) La economía mexicana vivió un proceso de reajuste de 1980 a 1990, siendo más acentuado el reajuste interno, esto es, sin contar las relaciones surgidas con la compra de importaciones.

Es importante mencionar que es necesario realizar un estudio sobre la década de los noventa en cuando se tengan las matrices correspondientes, dado que fue durante esta década que se firmó y entró en operación el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, e imperó una mayor apertura de la economía mexicana. Por lo que un estudio sobre el impacto del mismo nos permitiría observar si la economía importó tecnología y procesos productivos de países del norte, o por el contrario, como sucedió en la década de los ochenta se dedicó a importar insumos provocando que la estructura interna se volviera más simple.

b) La economía mexicana vivió un cambio estructural lento de 1980 a 1990, revelando una estructura económica cuasi-estática. Esto implica que no ocurrió ningún cambio significantivo en el papel que jugaban los sectores económicos de la economía en el periodo de estudio.

c) El proceso de reajuste de la economía se dio a través de la pérdida específica de relaciones entre sectores a través de ciertas ramas. En el periodo de 1980 a 1990, transacciones totales, las ramas estratégicas que dejaron de serlo, esto es, que dejaron de conectar a algunos sectores, fueron: 14, 51, y 52 (Molienda de nixtamal y prod. de maíz, maq. y equip. no eléc., maq. y aparat. eléc.).

Dados estos resultados es vital para la economía mexicana que se realicen programas de apoyo a aquellas ramas que dadas sus características, amplificarian este apoyo teniendo un sistema de arrastre hacia el resto de la economía, permitiendo que aún con el grado de tecnología y de integración que tiene la estructura productiva mexicana, se lograran alcanzar objetivos muy específicos que podrían ayudar a que México incrementara su grado de desarrollo en el largo plazo.

Con relación a los objetivos que propuestos en este trabajo éstos se han alcanzado, si bien de los resultados se derivan aspectos interesantes a desarrollar, tanto desde el punto de vista analítico, como en la mejoría de las bases de datos necesarias para este tipo de trabajos. A pesar de la rigidez de las hipótesis básicas del insumo-producto, así como de las herramientas empleadas, su aplicación a la economía mexicana arrojó resultados que corresponden a la experiencia que ha vivido nuestro país en los últimos años. Análisis más detallados a nivel específico de rama deberán complementar una visión más precisa de algunos de los

Obtención de elasticidades globales.

Sean $s = 0, 1, \ldots, S$ vueltas de demandas intermedias[27],

$i,j = 1, \ldots, n$ sectores,

$T=(I-A)^{-1}$

$\Pi= (I-E)^{-1}$

Dada la ecuación de determinación del valor de la producción interna por la demanda final (o modelo vertical) en un momento dado:

[1] $X_o = Z_o\iota + Y \qquad k=0$

donde: X_o = Producción bruta en un momento dado,
Y= Demanda final,
$Z=AX$= Demanda intermedia,
$Z_o\iota$= Demanda intermedia en un momento dado multiplicada por un vector columna ι tal que:

$$\iota = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ . \\ . \\ 1 \end{bmatrix}$$

Supongamos que la demanda final se incrementa en una unidad:

$X_1= Z_o\iota + Y + \Delta Y^i$

donde ΔY^i:

$$\Delta Y^i = \begin{bmatrix} 0 \\ . \\ \Delta Y_i \\ . \\ . \\ 0 \end{bmatrix}$$

Este incremento en la demanda final producirá en una primera vuelta un

incremento en la producción bruta tal que:

$\Delta X1 = X_1 - X_0 = \Delta Y^i = \Delta X^i_1$

donde ΔX^i_1 es:

$$\Delta X^i_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ . \\ \Delta X_{(1)i} \\ . \\ . \\ 0 \end{bmatrix}$$

El incremento en la producción bruta en una segunda vuelta será:

$X_2 = X_1 + \Delta X_2$

Y se irán agregando incrementos de la producción bruta en cada vuelta de la

siguiente manera:

$\Delta X_2 = Z_1 \iota = A\,\Delta X_1$

.

.

.

$\Delta X_s = Z_{s-1} \iota = A^{s-1}\,\Delta X_1$

Y al final, para satisfacer el nuevo valor de la producción, las variaciones en los insumos intermedios convergerán a:

[2] $\Delta X_{s \to \infty} = T \Delta X_1$

Se sabe que T y Π son similares por construcción:

[2] $T\hat{X} = \hat{X}\Pi$

donde $\hat{X}$ es la matriz diagonal formada con el vector X.

similarmente:

[27] Este desarrollo tomado de Puchet (1989).

[2] $T\hat{X}^{-1} = \hat{X}^{-1}\Pi$

Premultiplicando la matriz $T\hat{X}^{-1}$ a [2] se obtiene:

$$\hat{X}_o^{-1}\Delta X_1 = \hat{X}_o^{-1}\, T\, \Delta X_1 = \Pi\, \hat{X}_o^{-1}\, \Delta \hat{X}_1$$

Por lo tanto:

$\Delta X_j / X_{oj} = \pi_{ji}\, \Delta X_{(1)i} / X_{oi}$

despejando a π_{ji}:

$\varepsilon_{GL} = \Delta X_j / X_{oj} \Big/ \Delta X_{(1)i} / X_{oi} = \pi_{ji}$

Con el mismo desarrollo aplicado a la ecuación de determinación del valor de la producción interna por el valor agregado o modelo horizontal se puede llegar a:

$\varepsilon_{GC} = \Delta X_j / X_{oj} \quad \Delta X_{(1)i} / X_{oi} = \tau_{ij}$

Cuadro A.I. Criterios de agregación para las matrices a 22 sectores.

Rama agregada	Ramas originales
1.Agricultura y ganadería	1 a 4
2.Minería	5 a10
3.Alimentos, bebidas y tabaco	11 a 23
4.Textiles	24 a 27
5.Cuero	28
6.Productos de madera	29 y 30
7.Papel	31 y 32
8.Petroquímica	33 a 40
9.Hule y plástico	41 y 42
10.Productos no metálicos	43 a 45
11.Productos metálicos no ferrosos	47
12.Productos del hierro y el acero	46 y 48 a 50
13.Maquinaria y equipo no eléctrico	51
14.Equipo y aparatos eléctricos	52 a 55
15.Equipo de transporte	56 a 58
16.Otras manufacturas	59
17.Construcción	60
18.Electricidad, gas y agua	61
19.Comercio, restaurantes y hoteles	62 y 63
20.Comunicaciones y transporte	64 y 65
21.Servicios Financieros	66
22.Otros Servicios	67 a 72

Fuente: Tomado de M. Puchet (1998), p.18.

Cuadro A.2. Ramas de la economía mexicana

Ramas de la economía mexicana
1. Agricultura
2. Ganadería
3. Silvicultura
4. Caza y pesca
5. Carbón y derivados
6. Extracción de petróleo y gas
7. Mineral de hierro
8. Minerales metálicos no ferrosos
9. Cantera, arena, grava y arcillas
10. Otros minerales no metálicos
11. Productos cárnicos y lácteos
12. Envasado de frutas y legumbres
13. Molienda de trigo y subproductos
14. Molienda de nixtamal y productos de maiz
15. Procesamiento de Café
16. Azúcar y subproductos
17. Aceites y grasas comestibles
18. Alimentos para animales
19. Otros productos alimenticios
20. Bebidas alcohólicas
21. Cerveza
22. Refrescos embotellados
23. Tabaco y sus productos
24. Hilados y tejidos de fibras blandas
25. Hilados y tejidos de fibras duras
26. Otras industrias textiles
27. Prendas de vestir
28. Cuero y sus productos
29. Aserraderos
30. Otras industrias de la madera
31. Papel y cartón
32. Imprentas y editoriales
33. Refinación de petróleo
34. Petroquímica básica
35. Química básica
36. Abonos y fertilizantes
37. Resinas sintéticas y fibras artificiales
38. Productos medicinales
39. Jabones, detergentes, perfumes y cosméticos
40. Otras industrias químicas
41. Productos de hule
42. Artículos de plástico
43. Vidrio y sus productos
44. Cemento
45. Otros productos de minerales no metálicos
46. Industrias básicas del hierro y el acero
47. Industrias básicas de metales no ferrosos

48. Muebles y accesorios metálicos
49. Productos metálicos estructurales
50. Otros productos metálicos
51. Maquinaria y equipo no eléctrico
52. Maquinaria y aparatos eléctricos
53. Aparatos electro-domésticos
54. Equipo y accesorios eléctricos
55. Otros equipos y aparatos eléctricos
56. Vehículos automóviles
57. Carrocerías y partes automotrices
58. Otros equipos y material de tranporte
59. Otras industrias manufactureras
60. Construcción e instalaciones
61. Electricidad, gas y agua
62. Comercio
63. Restaurantes y hoteles
64. Transporte
65. Comunicaciones
66. Servicios Financieros
67. Alquiler de inmuebles
68. Servicios profesionales
69. Servicios de educación
70. Servicios médicos
71. Servicios de esparcimiento
72. Otros servicios

Fuente: INEGI

Cuadro A.3. Relación de influencias para transacciones totales de 1980

SECTOR DE TRABAJO	LE COMPRA A (OMEGA) "ES INFLUIDO POR"	LE VENDE A (TAO OMEGA) "INFLUYE A"
AUTOMOTRIZ	5. Carbón y derivados 37. Resina Sint. y Fib. Art. 46. Ind. Básicas Hierro y Acero	60. Construcción e instalación 64. Transporte 72. Otros servicios
AGROALIMENTARIO	10. Otros Min. no metálicos 25. Hil. Tejidos de Fib. Duras 34. Petroquímica básica 36. Abonos y fertilizantes 38. Productos medicinales	Ninguna
IMPRENTA	3. Silvicultura	30. Otras Ind. de la madera 60. Construcción e instalación 62. Comercio
MINERIA	Ninguna	56. Vehículos automóviles 57. Carroc. Y P. Automotrices 60. Construcción e instalación 72. Otros servicios
PETROLEO	Ninguna	1. Agricultura 2. Ganadería 11. Prod. Cárnicos y lacteos 14. Mol. De nixt. y P. Maiz 24. Hil. Tejidos de Fib. Blandas 27. Prendas de vestir 41. Prodcutos de Hule 45. Otros Produc. de Min. no Met. 60. Construcción e instalación 61. Electricidad, gas y agua 62. Comercio 64. Transporte 70. Servicios médicos 72. Otros servicios
SERVICIOS	25. Hil. Tejidos de Fib. Duras 31. Papel y cartón 32. Imprentas y editoriales 35. Química Básica 37. Resina Sint. y Fib. Art. 38. Productos Medicinales 42. Artículos de plástico 52. Maq. Y Ap. Eléctricos 57. Carrocc. y P. Automotrices 61. Electricidad, gas y agua 65. Comunicaciones	60. Construcción e instalación

VESTIDO Y ROPA	34. Petroquímica básica	1. Agricultura
	35. Química Básica 37. Resina Sint. y Fib. Art.	62. Comercio
CONSTRUCCION	5. Carbón y derivados 6. Extracción de petróleo y gas 7. Mineral de hierro 8. Min. Met. no ferrosos 10. Otros Min. no metálicos 29. Aserraderos incluso Tripl. 31. Papel y cartón 33. Refinación de petróleo 34. Petroquímica básica 35. Química Básica 40. Otras Ind. Químicas 41. Productos de hule 46. Ind. Básicas Hierro y Acero 47. Ind. Básicas Met. no ferrosos 49. Product. Met. Estructurales 50. Otros Prod. Metálicos 51. Maq: y Equip. no eléctrico 55. Otros Eq. y Ap. Elec. 61. Electricidad, gas y agua 68. Servicios profesionales	29. Aserrraderos incluso Tripl.
ELECTRICIDAD Y COMUNICACIONES	6. Extracción de petróleo y gas 33. Refinación de petróleo 41. Productos de hule 57. Carroc. y P. Automotrices 58. Otros equip. y mat. De transp.	60. Construcción e instalación 62. Comercio

Fuente: Elaboración propia con base a los datos recabados de las matrices Ω y $T\Omega$.

Cuadro A.4. Relación de influencias para transacciones totales de 1990

SECTOR DE TRABAJO	LE COMPRA A (OMEGA) "ES INFLUIDO POR"	LE VENDE A (TAO OMEGA) "INFLUYE A"
AUTOMOTRIZ	5. Carbón y derivados 7. Mineral de hierro 37. Resina Sint. y Fib. Art. 46. Ind. Básicas Hierro y Acero 47. Ind. Básicas Met. no ferrosos 55. Otros Eq. y Ap. Elec.	64. Transporte
AGROALIMENTARIO	10. Otros Min. no metálicos 25. Hil. Tejidos de Fib. Duras 34. Petroquímica básica 36. Abonos y fertilizantes 40. Otras Ind. Químicas	
IMPRENTA	3. Silvicultura	30. Otras Ind. de la madera 60. Construcción e instalación 62. Comercio
MINERIA	Ninguna	56. Vehículos automóviles 57. Carroc. Y P. Automotrices 60. Construcción e instalación 61. Electricidad, gas y agua
PETROLEO	Ninguna	1. Agricultura 2. Ganadería 11. Prod. Cárnicos y lacteos 24. Hil. Tejidos de Fib. Blandas 27. Prendas de vestir 41. Prodcutos de Hule 45. Otros Produc. de Min. no Met. 60. Construcción e instalación 61. Electricidad, gas y agua 64. Transporte 70. Servicios médicos 72. Otros servicios
SERVICIOS	25. Hil. Tejidos de Fib. Duras 31. Papel y cartón 32. Imprentas y editoriales 35. Química Básica	64. Transporte

	38. Productos Medicinales 40. Otras Ind. Químicas 42. Artículos de plástico 61. Electricidad, gas y agua 65. Comunicaciones	
VESTIDO Y ROPA	37. Resina Sint. y Fib. Art.	1. Agricultura 62. Comercio
CONSTRUCCION	5. Carbón y derivados 7. Mineral de hierro 8. Min. Met. no ferrosos 10. Otros Min. no metálicos 29. Aserraderos incluso Tripl. 33. Refinación de petróleo 40. Otras Ind. Químicas 46. Ind. Básicas Hierro y Acero 47. Ind. Básicas Met. no ferrosos 49. Product. Met. Estructurales 50. Otros Prod. Metálicos 55. Otros Eq. y Ap. Elec. 61. Electricidad, gas y agua	29. Aserrraderos incluso Tripl. 31. Papel y cartón
ELECTRICIDAD Y COMUNICACIONES	6. Extracción de petróleo y gas 33. Refinación de petróleo 41. Productos de hule 55. Otros Eq. y Ap. Elec. 57. Carroc. y P. Automotrices 58. Otros equip. y mat. De transp. 68. Servicios Profesionales	60. Construcción e instalación 62. Comercio

Fuente: Elaboración propia con base a los datos recabados de las matrices Ω y $T\Omega$.

Cuadro A-5. Agrupación de las ramas en bloques económicos

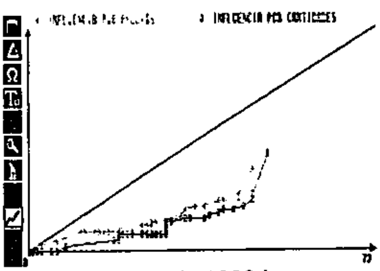
BLOQUES O SECTORES DE TRABAJO	RAMAS QUE CONTIENEN
Agroalimentario	1,2,4,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21, 22 y 23
Vestido y ropa	24,25,26,27 y 28
Minería y Prod. Metálicos	5,7,8,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55 y59
Petroquímica	6,10,33,34,35,36,37,38,39,40 y 42
Construcción	3,9,30,43,44,45 y 60
Imprenta y Editorial	29,31 y 32
Automotriz	41,56,57 y 58
Electricidad y Comunicaciones	61,64 y 65
Servicios	62,63,66,67,68,69,70,71 y 72

Cuadro A-6. Criterios de agregación para las matrices a 9 sectores.

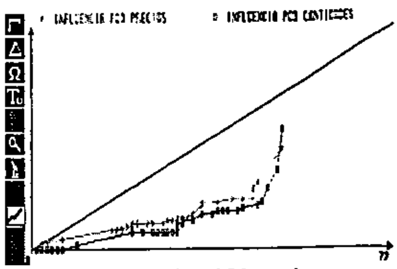
RAMAS AGREGADAS	RAMAS ORIGINALES
1.Agropecuario, silvicultura y pesca	1-4
2.Minería	5-10
3.Industria manufacturera	11-59
4.Construcción	60
5.Electricidad	61
6.Comercio, restaurantes y hoteles	62 y 63
7.Transporte, almacenamiento y comunicaciones	64 y 65
8.Servicios financieros, seguros y bienes.inmuebles	66 y 67
9.Servicios comunales sociales y personales	68-72

Fuente: tomado de Alonzo (1991), p.170.

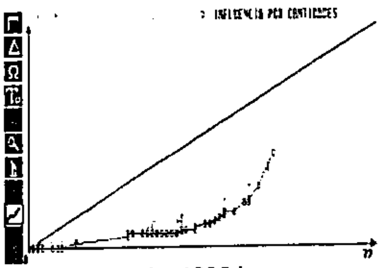
Gráficas de Influencias de la A-1 a la A-5. SECTOR AGROALIMENTARIO



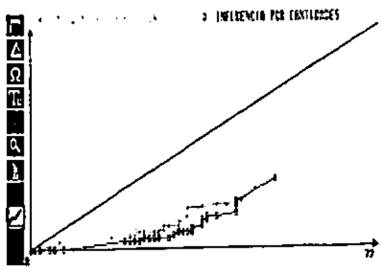
Agroalimentario 1980 internas



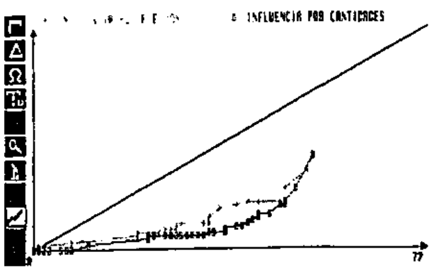
Agroalimentario 1980 totales



Agroalimentario 1985 internas

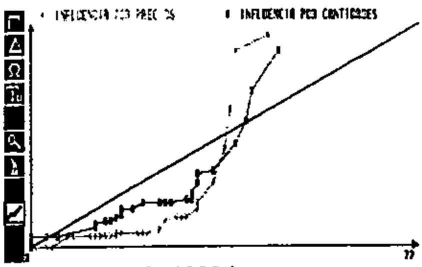


Agroalimentario 1990 internas

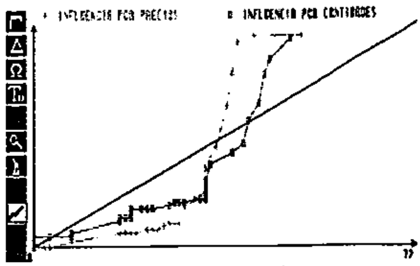


Agroalimentario 1990 totales

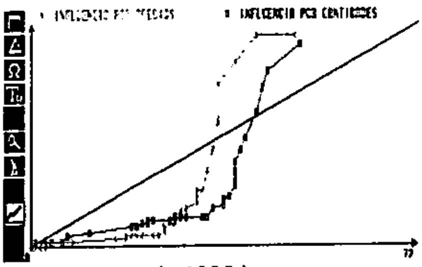
Gráficas de Influencias de la A-6 a la A-10. SECTOR AUTOMOTRIZ



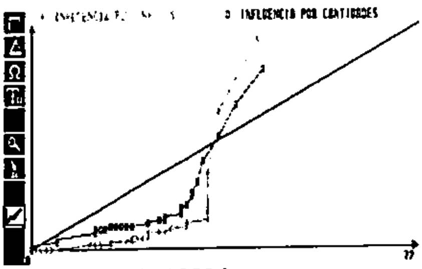
Automotriz 1980 internas



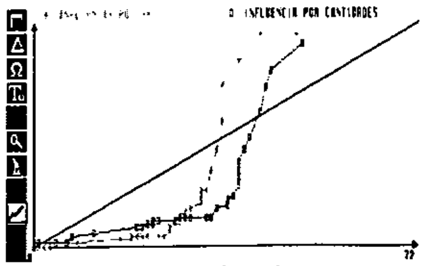
Automotriz 1980 totales



Automotriz 1985 internas

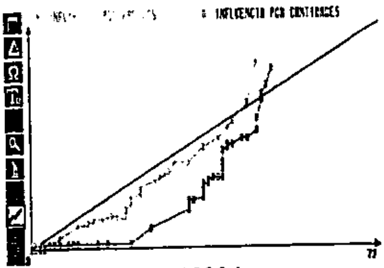


Automotriz 1990 internas

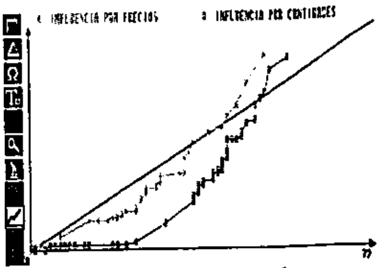


Automotriz 1990 totales

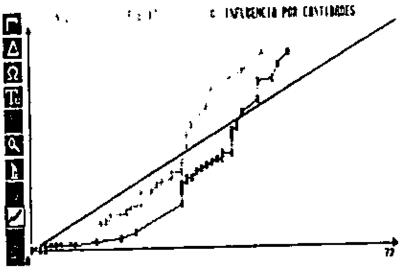
Gráficas de Influencias de la A-11 a la A-15. SECTOR CONSTRUCCIÓN



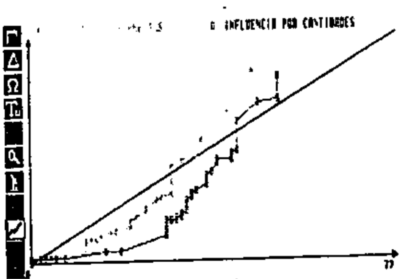
Construcción 1980 internas



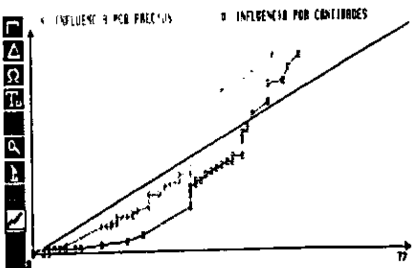
Construcción 1980 totales



Construcción 1985 internas

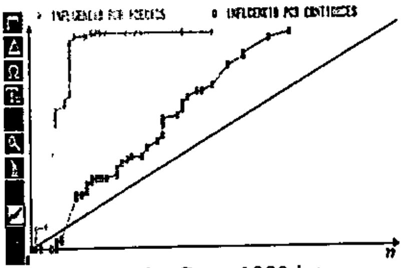


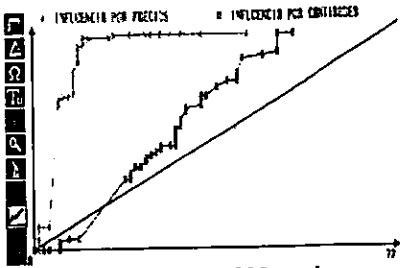
Construcción 1990 internas

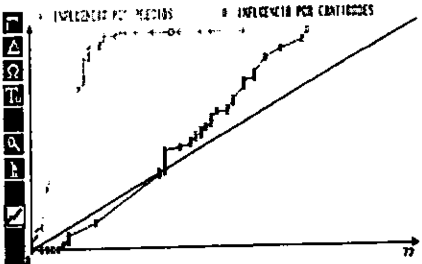


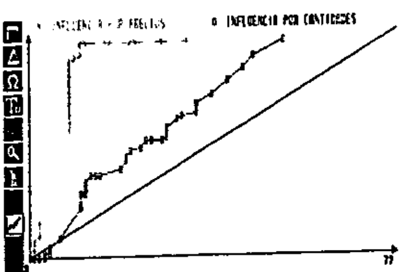
Construcción 1990 totales

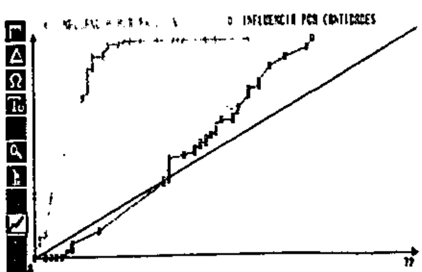
Gráficas de Influencias de la A-16 a la A-20. SECTOR ELECTRICIDAD Y COMUNICACIONES


Electricidad y Com. 1980 internas

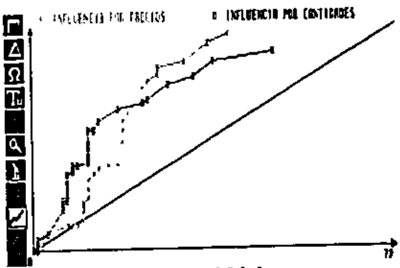

Electricidad y Com. 1980 totales

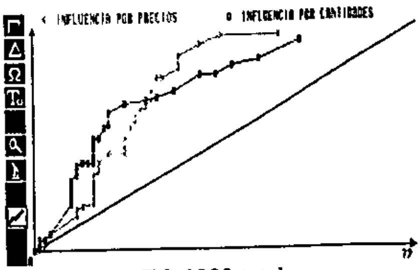

Electricidad y Com.1985 internas

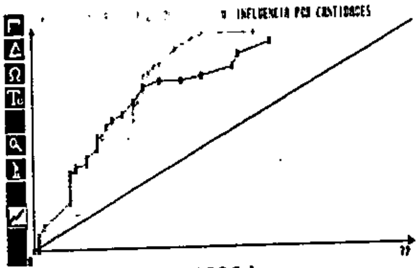

Electricidad y Com. 1990 internas

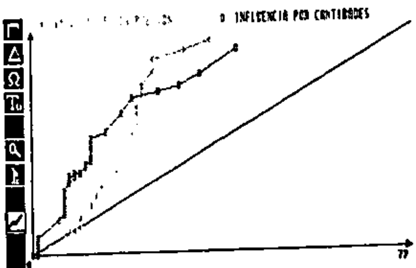

Electricidad y Com. 1990 totales

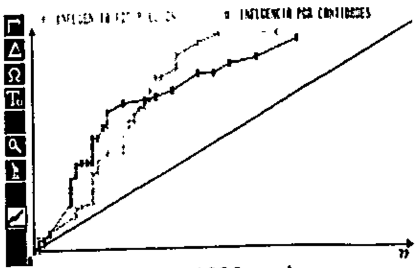
Gráficas de Influencia de la A-21 a la A-25. SECTOR IMPRENTA Y EDITORIAL


Imprenta y Ed. 1980 internas

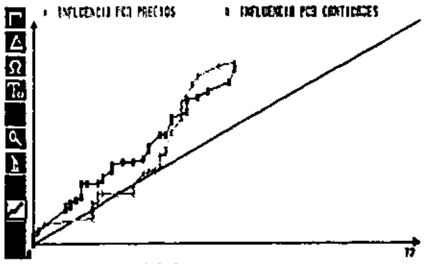

Imprenta y Ed. 1980 totales


Imprenta y Ed. 1985 internas

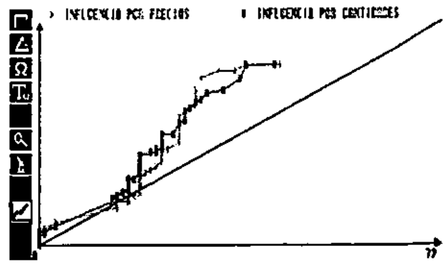

Imprenta y Ed. 1990 internas


Imprenta y Ed. 1990 totales

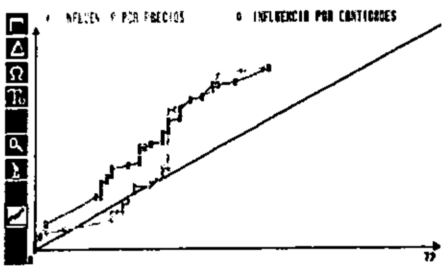
Gráficas de Influencia de la A-26 a la A-30. SECTOR MINERIA Y PRODUCTOS METÁLICOS.



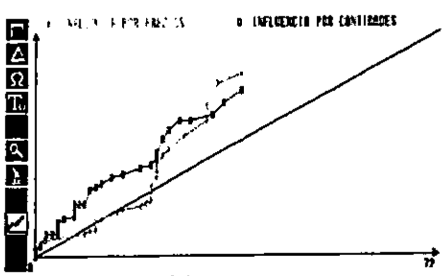
Mineria 1980 internas



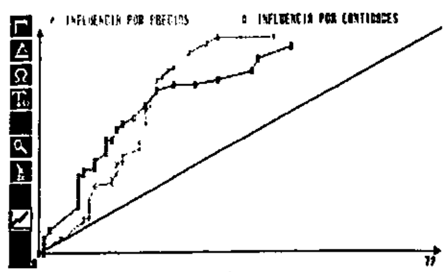
Mineria 1980 totales



Mineria 1985 internas

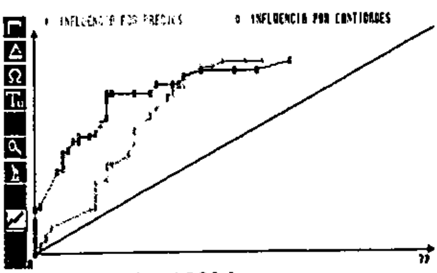


Mineria 1990 internas

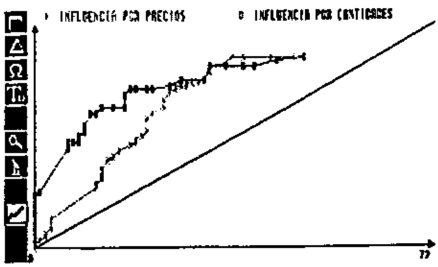


Mineria 1990 totales

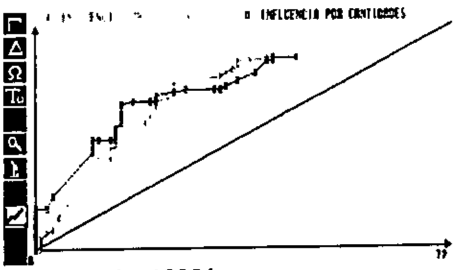
Gráficas de Influencia de la A-31 a la A-35. SECTOR PETROQUÍMICA



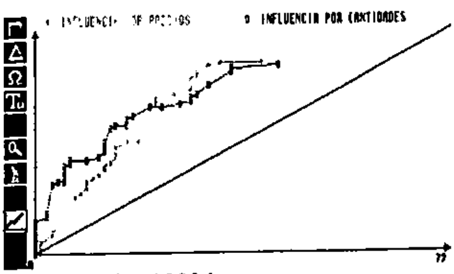
Petroquímica 1980 internas



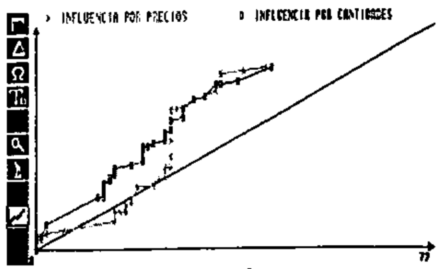
Petroquímica 1980 totales



Petroquímica 1985 internas

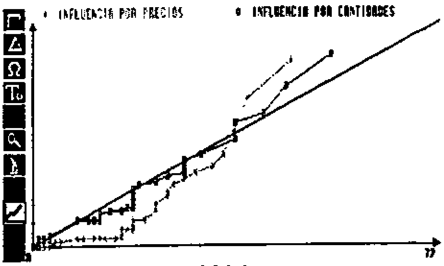


Petroquímica 1990 internas

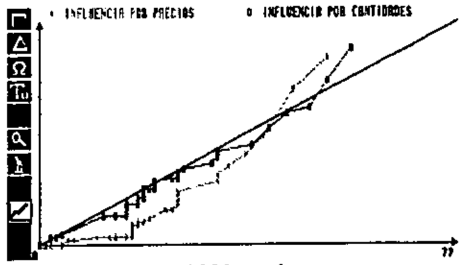


Petroquímica 1990 totales

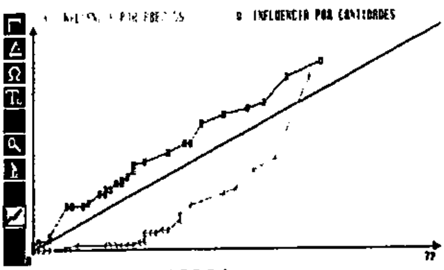
Gráficas de Influencia de la A-36 a la A-40. SECTOR VESTIDO Y ROPA



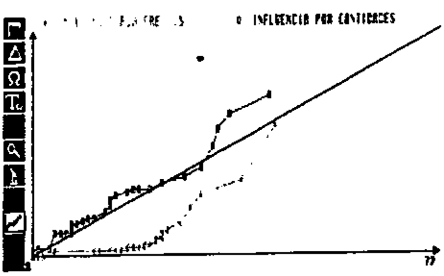
Vestido y ropa 1980 internas



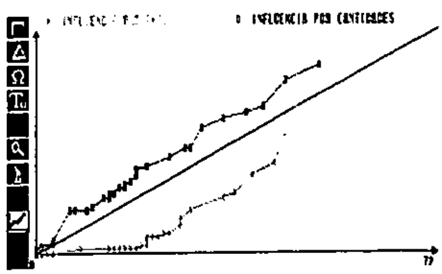
Vestido y ropa 1980 totales



Vestido y ropa 1985 internas

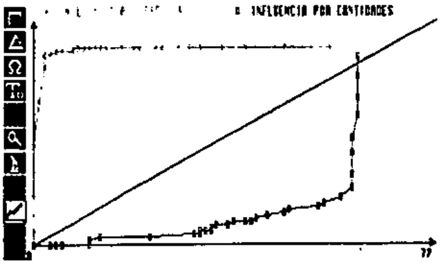


Vestido y ropa 1990 internas

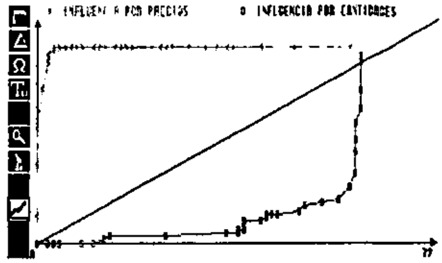


Vestido y ropa 1990 totales

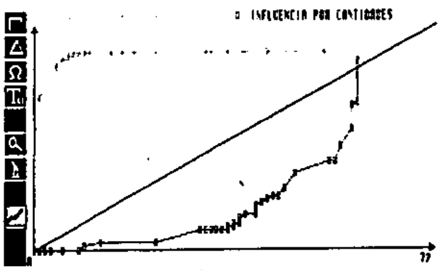
Gráficas de Influencia de la A-41 a la A-45. SECTOR SERVICIOS



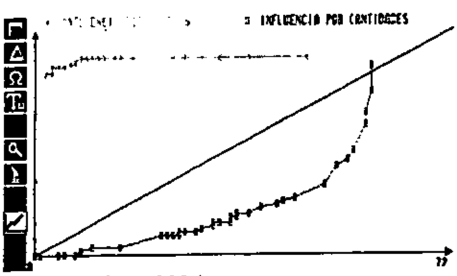
Servicios 1980 internas



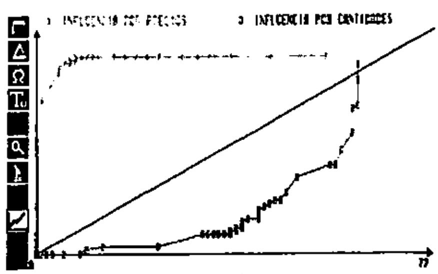
Servicios 1980 totales



Servicios 1985 internas



Servicios 1990 internas



Servicios 1990 totales

BIBLIOGRAFÍA

Alonzo, P., Aroche, F., Puchet M. y Romero, C. (1991), "Evolución estructural de la economía mexicana (1970-1980): una descripción", *Economía Mexicana*, 9-10, 1987-1988, Centro de Investigación y Docencia Económicas, pp. 147-170.

Aroche, F. (1996), "Important coefficient and structural change: a multi-layer approach", *Economic Systems Research*, Vol. 8, pp. 235-246.

Auray, J.P., Duru, G. y Mougeot, M. (1981), "Influence par les prix et influence par les quantités dans un modèle input-output", *Economie appliquée*. Vol. I.

____________ (1978), "Prepositions pour une analyse topologique des ensembles d'agents", *Economies et societés*, No. 5.

____________ (1978), "L'asymétrie des relations intersectorielles: une analyse prétopologique", *Economie appliquée*, Vol. 32 No.3-4.

Bulmer-Thomas, V.(1982), "Input-output Analysis in Developing Countries", New York: John Wiley & Sons.

Chenery, H.B. y Watanabe, T. (1958), "International comparisons of the structure of production", *Econometrica*, XXVI, Num. 4, pp. 487-521.

Chenery, H.B. y Clark, P.G. (1964), *Economía Interindustrial: insumo producto y programación lineal*, México: FCE.

Crama, Y., Defourny, J. y Gazon, J. (1984), "Structural decomposition of multipliers in input-output of social accounting matrix analysis", *Economie appliquée*, tome XXVII, No. 1. pp. 215-222.

Defourny, J. (1982), "Une approche structurale pour l'analyse input-output: un premier bilan", *Economie Appliquée*, tome 35, nos. 1-2, pp. 203-230.

Defourny, J. y Thorbecke, E. (1984), "Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework", *The Economic Journal*, March, pp. 111-136.

Gazon, J. (1975), *Transmission de l'influence économique: une approche structurale*, Collection de l'I.M.E. No. 13. Paris: Sirey.

Gregori, T. y Schachter, G.(1999), "Assesing Aggregate Structural Change", *Economic Systems Research*, Vol. 11, No. 1.

Grossman S. I. (1996), *Álgebra lineal*. México: McGraw-Hill.

Hirschman, A.(1958), *The Strategy of Economic development*. New Haven: Yale University Press,.

Lantner, R. (1974), "Théorie de la dominance économique", Paris: Dunod.

_____________ (1972), "Recherche sur l'interprétation deu déterminant d'une matrice Input-Output", *Revue d'economie politique*, No. 2, pp. 435-442.

Lewis, W.A. (1957), *Teoría del desarrollo económico*, México: FCE.

Leontief, W. (1958), *La estructura de la economía americana, 1919-1939*, España: José María Bosch.

Marée, M. y Defourny, J.(1978), "La circularité comme aspect particulier de l'articulation interindustrielle: une approache structurale", *Mondes en déveoppment*, No. 22, pp. 283-314.

Martínez, A. y Solís, V. (1985), "Análisis estructural e interdependencia sectorial: el caso de México" en Lifschitz, E. y Zottele, A. (Eds*) Eslabonamientos productivos y mercados oligopólicos*, Universidad Autónoma Metropolitana, México, pp.315-376.

Nauphal, K.(1999), "Wassily Leontief: a vision for an economic science in the next century", *Momento económico*, IIE, UNAM, no.104, jul-ago.

Plata, L. (1987), "Estructura cualitativa de las relaciones binarias finitas aplicación a matrices insumo-producto de México", en Alonso et. al., *Análisis aplicado de insumo-producto: una revisión*, México: C.I.D.E., A.C.

Ponsard, C., Mougeot, M., Duru, G. y Auray, J.P.(1978), "Echanges et controverses: a propos de graphes et de topologies" *Reveu d'economie politique*, No. 2.

Puchet, M. (1998), "Cambio estructural e integración de la economía mexicana. Un enfoque cualitativo de insumo-producto", UNAM, Mimeo.

________(1989), "Análisis de la interdependencia estructural en México", *Análisis económico*, Vol. VIII, No. 14/15.

Ramírez, V.(1995), *Algunas aplicaciones del modelo insumo-producto: la determinación de encadenamientos productivos*, Tesis de Licenciatura, UNAM.

Ruiz, P. (1999), "Liberalization, exports and growth in Mexico 1978-1994: a structural analysis", UNAM, Mimeo.

Santadas, G. y Joyashree, R. (1998), "Qualitative Input-Output Analysis of the Indian Economic Structure", *Economic Systems Research*, Vol. 10, No.3.

Solís, J.V. (1981), "Análisis pretopológico en un esquema interindustrial", INAPRO, Mimeo.

Sonis, M., Hewings, J.D. y Sulistyowaty, S. (1997), "Block Structural Path Analysis: Applications to Structural Changes in the Indonesian Economy", *Economic Systems Research*, Vol. 9, No.3.

Unna, B. y Valenzuela, C. (1984), *Análisis Pretopológico de ramas*, Programa computacional.

FUENTES

Las matrices de insumo-producto de México para los años de 1980 y 1985 transacciones internas y totales, fueron elaboradas y publicadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI.

Las matrices de insumo-producto de México para el año de 1990 transacciones internas y totales fueron elaboradas y publicadas por Consultoría Internacional Especializada, S.A. de C.V. CIESA.