

00887



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ECONOMÍA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DEPENDENCIA DE LA ECONOMÍA DE PUERTO RICO:  
UN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DE  
INSUMO-PRODUCTO (1972-1987)

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
DOCTOR EN ECONOMÍA  
P R E S E N T A :  
INDIRA LUCIANO MONTALVO

DIRECTOR DE TESIS: DR. FIDEL AROCHE REYES



MÉXICO, D. F.

2005

M: 350674



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi familia inmediata, Carlos  
e Inara, y a mi familia  
extendida, por su continuo  
apoyo y por creer en mí.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recopional.

NOMBRE: Indira Luciana Montalvo

FECHA: 7 de noviembre de 2005

FIRMA: Indira Luciana Montalvo

**DEPENDENCIA DE LA ECONOMÍA DE  
PUERTO RICO: UN ANÁLISIS  
CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DE  
INSUMO-PRODUCTO (1972-1987)**

## ÍNDICE GENERAL

Índice de cuadros .....	i
Índice de gráficas .....	iv
Agradecimientos .....	vi
Resumen.....	vii
Introducción .....	1
Capítulo I: Análisis de la economía de Puerto Rico: 1947-1999 .....	7
I.1. Introducción .....	8
I.2. El proceso de industrialización y el desarrollo económico en Puerto Rico y América Latina .....	9
I.3. El caso de Puerto Rico: Operación Manos a la Obra: 1947-1973 .....	15
I.4. La inestabilidad económica de Puerto Rico: 1974-1999 .....	23
I.5. Las nuevas estrategias ante el agotamiento del modelo .....	30
I.6. Conclusiones .....	31
Capítulo II: Un análisis cualitativo de insumo-producto para el cambio estructural de la economía de Puerto Rico y su comercio interregional .....	33
II.1. Introducción .....	34
II.2. Modelo de insumo-producto .....	35
II.3. Análisis cualitativo de insumo-producto .....	46
II.3.a. La matriz binaria .....	47
II.3.b. La gráfica dirigida .....	55
II.4. Descripción de la base de datos, aplicación y resultados .....	59
II.4.a. Obtención de los datos .....	59
II.4.b. Agregación de las matrices .....	60
II.4.c. Problemas con la base de datos de comercio exterior .....	60
II.4.d. Resultados .....	63
Los coeficientes importantes (CI's) .....	63
Índices de centralidad y gráficas dirigidas .....	70
II.5. Conclusiones .....	87
Capítulo III: Los índices de circularidad estructural agregada y sectorial para la economía de Puerto Rico .....	90
III.1. Introducción .....	91
III.2. Análisis del índice de circularidad estructural agregada .....	92
III.3. Análisis del índice de circularidad estructural sectorial .....	106

III.4. Conclusiones .....	119
Capítulo IV: Un análisis de dependencia para la economía de Puerto Rico, mediante un modelo interregional de insumo-producto .....	121
IV.1. Introducción .....	122
IV.2. Discusión breve del concepto dependencia .....	123
IV.3. Análisis regional de insumo-producto .....	125
IV.4. Modelo interregional de insumo-producto y la variable dependencia .....	127
IV.5. Aplicación y resultados .....	137
IV.6. Conclusiones .....	141
Capítulo V: Conclusiones generales y recomendaciones.....	143
Apéndice A: Series estadísticas .....	153
Apéndice B: Agregación de las matrices y base de datos.....	163
Apéndice C: Índices de circularidad por vértice .....	168
Bibliografía .....	193

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1: Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico (1972-1987) .....	65
Cuadro II.2: Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de transacciones totales de Estados Unidos (1972-1990) .....	67
Cuadro II.3: Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico (1972-1987) .....	68
Cuadro II.4: Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos (1972-1987) .....	70
Cuadro II.5: Índice de centralidad para la matriz de transacciones totales de Puerto Rico (1972-1987) .....	71
Cuadro II.6: Índice de centralidad para la matriz de transacciones totales de Estados Unidos (1972-1987) .....	75
Cuadro II.7: Índice de centralidad para la matriz de transacciones internas de Puerto Rico (1972-1987) .....	80
Cuadro II.8: Índice de centralidad para la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos (1972-1987) .....	84
Cuadro III.1: Índice de circularidad estructural agregada para la matriz de transacciones totales de Puerto Rico (1972-1987) .....	100
Cuadro III.2: Índice de circularidad estructural agregada para la matriz de transacciones internas de Puerto Rico (1972-1987) .....	102
Cuadro III.3: Índice de circularidad estructural agregada para la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos .....	104

Cuadro III.4: Metodología para la organización de los índices por vértice .....	113
Cuadro III.5: Índice de circularidad estructural sectorial para la matriz de transacciones totales de Puerto Rico (1972-1987) .....	114
Cuadro III.6: Índice de circularidad estructural sectorial para la matriz de transacciones internas de Puerto Rico (1972-1987) .....	115
Cuadro III.7: Índice de circularidad estructural sectorial para la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos (1972-1987) .....	116
Cuadro IV.1: Variable dependencia para la economía de Puerto Rico .....	138
Cuadro V.1: Variaciones de los índices analizados.....	148
Cuadro V.2: Sectores con un grado bajo de dependencia, relaciones significativas en la estructura productiva por el lado de la demanda, y largas trayectorias.....	151
Cuadro A.1: Producto interno bruto (millones de \$ a precios constantes) .....	154
Cuadro A.2: Tasa de desempleo .....	155
Cuadro A.3: Inversión interna bruta de capital fijo (millones de \$ a precios constantes) .....	157
Cuadro A.4: Gastos de consumo personal (millones de \$ a precios constantes) .....	158
Cuadro A.5: Transferencias federales a Puerto Rico (millones de \$ a precios constantes) .....	160
Cuadro A.6: Importaciones y exportaciones como proporción del ingreso nacional neto (INN) (millones de \$) .....	161



Cuadro B.1: Agregación de los sectores de la matriz de Puerto Rico .....	164
Cuadro B.2: Agregación de los sectores de la matriz de Estados Unidos .....	166
Cuadro B.3: Datos de Puerto Rico y Estados Unidos .....	167
Cuadro B.4: Datos de comercio entre Puerto Rico y Estados Unidos .....	167

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica II.1: Matriz de transacciones totales de Puerto Rico, año 1972 .....	73
Gráfica II.2: Matriz de transacciones totales de Puerto Rico, año 1977 .....	73
Gráfica II.3: Matriz de transacciones totales de Puerto Rico, año 1982 .....	74
Gráfica II.4: Matriz de transacciones totales de Puerto Rico, año 1987 .....	74
Gráfica II.5: Matriz de transacciones totales de Estados Unidos, año 1972 .....	77
Gráfica II.6: Matriz de transacciones totales de Estados Unidos, año 1977 .....	78
Gráfica II.7: Matriz de transacciones totales de Estados Unidos, año 1982 .....	78
Gráfica II.8: Matriz de transacciones totales de Estados Unidos, año 1990 .....	79
Gráfica II.9: Matriz de transacciones internas de Puerto Rico, año 1972 .....	81
Gráfica II.10: Matriz de transacciones internas de Puerto Rico, año 1977 .....	82
Gráfica II.11: Matriz de transacciones internas de Puerto Rico, año 1982 .....	82
Gráfica II.12: Matriz de transacciones internas de Puerto Rico, año 1987 .....	83
Gráfica II.13: Matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, año 1972 .....	85
Gráfica II.14: Matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, año 1977 .....	86
Gráfica II.15: Matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, año 1982 .....	86

Gráfica II.16: Matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, año 1987 .....	87
Gráfica III.1: Índices de circularidad estructural interna y de exportaciones .....	105
Gráfica A.1: Producto Interno Bruto (a precios constantes) .....	156
Gráfica A.2: Tasa de desempleo .....	156
Gráfica A.3: Inversión interna bruta de capital fijo (a precios constantes) .....	159
Gráfica A.4: Gasto de consumo personal (a precios constantes) .....	159
Gráfica A.5: Pago de transferencias federales a Puerto Rico (a precios constantes) .....	161
Gráfica A.6: Exportaciones e importaciones como proporción del Ingreso Nacional Neto (INN) .....	162

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por brindarme la oportunidad de obtener mi grado doctoral. Este trabajo tampoco hubiese sido posible sin la beca de la Dirección General de Estudios de Posgrado de la Secretaría General de la UNAM.

Como siempre sucede, son muchas las personas a las que hay que agradecer. Entre la academia, la familia y los amigos, la lista es interminable. Sin embargo, es preciso mencionar a las personas más significativas en el desarrollo de este trabajo. El Dr. Fidel Aroche, mi director de tesis, me sirvió de guía y orientador en el tema de insumo-producto. Además de su conocimiento en las áreas de estudio, su apoyo y comprensión fueron esenciales para lograr este trabajo, lo cual agradezco sinceramente. De igual manera, los sinodales jugaron un papel fundamental, ya que todos contribuyeron con comentarios certeros en sus temas de especialización y en la organización de mis ideas. Ellos son los doctores Leobardo Plata, Martín Puchet, Fernando Barceinas, Ángel Ruiz, Pablo Ruiz, Horacio Sobarzo y Roberto Escalante. Otras personas que contribuyeron a mejorar este trabajo fueron el Profesor Sergio Hernández, el Dr. Michael Lahr, el Sr. José Rivera (Tato), el Dr. Juan Lara, el Profesor José J. Villamil y el Dr. Carlos Rodríguez.

En la UNAM la parte administrativa es muy importante, lo que me lleva a agradecer a Consuelo y a Juanita por el apoyo continuo en las inscripciones y los trámites para obtener el Grado.

Aunque muchos de los aquí mencionados son amigos apreciados, los amigos no relacionados al mundo académico jugaron un papel importante, ya que me brindaron momentos de relajación y diversión que ayudaron a aliviar los instantes de tensión. De la misma manera, nunca faltaron las cartas, las llamadas y las visitas de la familia en esos casi cinco años fuera de la Isla. A todos ellos, muchas gracias. Por último, quisiera reconocer el apoyo incondicional de mi esposo y compañero de vida, Carlos; y el nacimiento de Inara, mi nueva inspiración.

## **Resumen**

En esta tesis se analiza la estructura productiva de Puerto Rico en el periodo de 1972-1987, utilizando el modelo de insumo-producto como herramienta en sus vertientes cuantitativa y cualitativa. La hipótesis a demostrar es que la intensidad de los vínculos intersectoriales internos de una economía varía en relación inversa con su grado de dependencia. Se propone como hipótesis alterna que el sistema económico puede tener fuertes vínculos internos a la misma vez que fuertes vínculos con el exterior. De acuerdo a los resultados, no existe una relación inversa entre los cambios de la estructura productiva interna y la que relaciona a la Isla con Estados Unidos. Los cambios en ambas estructuras productivas pueden ser explicados por las estrategias de desarrollo económico implantadas en el periodo de estudio.

## **Abstract**

In this thesis the productive structure of Puerto Rico in the period of 1972-1987 is analyzed, utilizing the model of input-output as a tool in its qualitative and quantitative forms. The hypothesis to demonstrate is that the intensity of the domestic interindustrial links of an economy varies in inverse relation with its degree of dependence. It is proposed like alternate hypothesis that the economic system can have strong domestic links at the same time that strong links with the outside. According to the results, does not exist an inverse relation between the changes of the domestic productive structure and the one that relates the Island with United States. The changes in both productive structures can be explained with the strategies of economic development established in the period of study.

# **Introducción**

A partir del año 1898, Puerto Rico se convierte en territorio no incorporado de Estados Unidos. Dicha relación política se refleja, desde ese entonces, en las decisiones de política económica dirigidas al desarrollo, las cuales vinculan significativamente la economía de la Isla con la de Estados Unidos. Esta es una característica que diferencia a la economía de Puerto Rico de otras economías latinoamericanas. Sin embargo, la experiencia puertorriqueña respecto a las etapas de desarrollo, no se diferencia mucho de la del resto de América Latina.

La economía de la Isla pasó por un proceso de sustitución de importaciones durante la década de los años cuarenta, el cual fue abandonado rápidamente para dar paso al proceso de industrialización mediante la orientación de la economía hacia la exportación ayudada por la atracción de capital externo. Por el contrario, en el periodo entre la posguerra y la década de los setenta, los países latinoamericanos se encontraban inmersos en el camino a la industrialización mediante la sustitución de importaciones. Aunque perseguían el mismo fin, se puede decir que el modelo de desarrollo de Puerto Rico en ese periodo mostraba un desfase con el del resto de los países de América Latina en términos de las estrategias. No obstante, es necesario señalar que el éxito del modelo de industrialización mediante la orientación de la economía hacia la exportación provocó que se intentara emular la experiencia puertorriqueña en otros países.

El éxito del modelo de industrialización que enfocaba la producción hacia la exportación, requirió de la atracción de capital externo mediante el otorgamiento de incentivos fiscales. Esto, basado en la idea de que la industrialización presupone un sector manufacturero fuerte, generó un desarrollo significativo del sector manufacturero de la Isla, el cual se afianzaba sobre dicho capital. Sin embargo, no se incentivó exitosamente el resto de los sectores de la economía en los que el capital local predominaba. Por lo tanto, el sistema productivo en general se hizo muy dependiente de la demanda externa por productos manufactureros de capital estadounidense, creando así la llamada dependencia. Es decir, que lo que el capital externo producía en el país era en su mayoría

exportado hacia Estados Unidos. El “problema de la dependencia” se vinculó rápidamente a la incapacidad del sistema de generar una estructura productiva interna con fuertes vínculos. Es decir, una estructura productiva de capital local con relaciones interindustriales significativas. En la literatura puertorriqueña relacionada al tema (Dietz, 1993; CEREP, 1984; Marqués, 1993; Peat Marwick; Quiñones, 1994; Consejo de Desarrollo Estratégico para Puerto Rico, Oficina del Gobernador, 1991; Villamil, 1975), se ideó una relación entre el grado de dependencia de la economía puertorriqueña y la intensidad de los eslabonamientos intersectoriales generados por la producción nacional. Se pensaba que la economía perdía la capacidad de generar eslabonamientos intersectoriales en el ámbito nacional, ya que los generaba con el exterior, específicamente con Estados Unidos. Desde entonces, las relaciones comerciales internas y las que la Isla mantiene con Estados Unidos, figuran como componentes principales de los modelos de desarrollo económico propuestos e implantados.

En los debates sobre el tema que han tenido lugar en Puerto Rico, se asegura que el grado de dependencia de la economía puertorriqueña ha aumentado a través del tiempo y ha tenido como consecuencia el debilitamiento de los vínculos de la estructura productiva interna. En estos argumentos se presupone la existencia de una relación inversa entre el grado de dependencia de un país y la intensidad de sus vínculos intersectoriales internos. Es decir, a un grado de dependencia mayor, más débiles se harán los vínculos internos y viceversa.

En las teorías del desarrollo y el crecimiento, se trata constantemente la relación entre estas variables y las relaciones comerciales internas y del país con el exterior. Los teóricos de la CEPAL, los dependentistas, y los de la modernización, discutían la posibilidad de insertar eficientemente a las economías de los países subdesarrollados al comercio internacional. En este análisis, adquieren importancia las estructuras económica, política, cultural y social de los países. Sin embargo, es una vertiente del enfoque dependentista (Cardoso y Faletto, 1978; Valenzuela y Valenzuela, 1981) la que



discute específicamente y con más detalle la relación entre la dependencia y la estructura productiva interna, y cómo la dependencia limita no sólo los eslabonamientos internos, sino también el desarrollo económico. En la literatura de este enfoque, se presupone que existe una relación inversa entre estas variables. Sin embargo, a base de las investigaciones iniciales sobre el tema, en esta tesis se conjetura que la estructura productiva puede tener fuertes vínculos internos y con el exterior simultáneamente. Por lo que, adquiere particular importancia examinar, en el caso de Puerto Rico, las siguientes hipótesis: la intensidad de los vínculos intersectoriales internos de una economía varía en relación inversa con su grado de dependencia; y, como hipótesis alterna, el sistema económico puede tener fuertes vínculos internos a la misma vez que fuertes vínculos con el exterior.

En el caso en que la primera hipótesis quede demostrada, se estarían validando las relaciones propuestas por la vertiente del enfoque dependentista. De lo contrario, lo que determina la forma en que ocurre el cambio estructural es el tipo de política industrial implantada y las características prevalecientes en la estructura productiva interna y en la que relaciona al país con el exterior.

Además del grado de dependencia de una economía, es importante estudiar la intensidad de los vínculos de la estructura productiva interna y las cadenas de relaciones indirectas entre los sectores. Los vínculos de la economía con el exterior facilitan la transmisión de cualquier estímulo o perturbación al sistema productivo nacional. Por lo tanto, es necesario mantener una estructura productiva interna con relaciones intersectoriales significativas que permitan una economía menos sensible a dichos choques; es decir, que genere cierta estabilidad. El conocer las relaciones significativas y las cadenas de relaciones intersectoriales indirectas, permite tomar decisiones de política industrial con una idea más clara de los sectores que deben ser incentivados y hacia donde se transmitirá el efecto del impulso. Debido a esto, en esta tesis se analizarán las tres características mencionadas y su influencia sobre el cambio estructural.

Para realizar el análisis indicado, es necesaria una metodología que permita estudiar en detalle las relaciones intersectoriales internas y con el exterior. El modelo de insumo-producto sirve de base para el desarrollo de las metodologías dirigidas a esto. Las variables a analizarse y a relacionarse (los vínculos internos y los que relacionan al país con el exterior, el grado de integración de la economía y de cada uno de los sectores con el resto del sistema, y el grado de dependencia sectorial) se hacen mensurables mediante indicadores cualitativos y cuantitativos extraídos de las estructuras productivas y comerciales que surgen de las matrices de insumo-producto. Para la derivación de los mismos se utilizan las matrices de transacciones totales, internas e interregionales, lo cual permite analizar el cambio estructural de la economía mediante sus variaciones.

La dependencia se midió con un índice sectorial y los resultados obtenidos se relacionaron con los índices de centralidad y circularidad para obtener su cambio a través del tiempo. Al comparar la dinámica del índice de dependencia con la de los otros indicadores se puede concluir si el grado de dependencia de la economía de Puerto Rico tiene algún tipo de relación con los cambios en los vínculos intersectoriales internos y con la capacidad del sistema para generar mayor bienestar.

Dicho ejercicio se hará enmarcado en un análisis regional que permita relacionar la estructura productiva de Puerto Rico con su socio comercial principal, Estados Unidos. Los resultados se obtendrán para el periodo de 1972 al 1987, con frecuencia quinquenal. Además de la disponibilidad de los datos, se considera dicho periodo porque en él ocurren cambios en la economía de la Isla y en los modelos de desarrollo que permiten relacionar las variables en cuestión en el marco de la discusión teórica planteada.

El abordaje metodológico en sí, introduce varias innovaciones. La primera es la extensión del insumo-producto cualitativo al análisis regional. La segunda es el desarrollo de un índice de circularidad sectorial. A los anteriores se añade el modelo de dependencia.

Según lo descrito anteriormente, se puede decir que este trabajo es uno de economía aplicada al desarrollo económico de largo plazo que intenta generar contribuciones en el estudio del desarrollo económico y el cambio estructural, de manera metodológica y teórica, relacionando las variables de una forma novedosa y distinta a lo que generalmente se hace. Además, su importancia se extiende al análisis formal de un tema que hasta ahora ha sido estudiado y debatido sólo basado en argumentos informales en la literatura económica puertorriqueña.

La tesis se dividió en cinco capítulos, en el primero se hace un recuento de los sucesos económicos más importantes ocurridos en Puerto Rico para el periodo de estudio (1972-1999), sobre la base de los cambios estructurales, los modelos de desarrollo y su efecto en los sectores más importantes de la economía. En el segundo capítulo se lleva a cabo un análisis cualitativo de insumo-producto con el fin de estudiar la estructura económica de Puerto Rico y de Estados Unidos. Además, se grafica el núcleo productivo de la Isla en términos de las matrices de transacciones totales, internas y con el exterior y se señalan las características más importantes de cada sistema productivo. En el tercer capítulo se desarrolla un índice de circularidad estructural sectorial, el cual, junto al índice de circularidad estructural agregada, es la base para el análisis de los cambios de los vínculos intersectoriales internos y con el exterior. En el cuarto se aplica el modelo interregional de insumo-producto a las economías de Puerto Rico y Estados Unidos, con el propósito de calcular la variable dependencia sectorial. Los capítulos del uno al cuatro se complementan para, con los resultados obtenidos, llegar a las conclusiones generales que se presentan en el capítulo cinco.

**Capítulo I**  
**Análisis de la economía de Puerto Rico,**  
**1947-1999**

## ***1.1. Introducción***

En este capítulo se analiza la economía de Puerto Rico, enfatizando en los cambios estructurales y en los modelos de desarrollo económico implantados en el periodo de estudio, ya que afectan de diversas maneras a los sectores productivos. El propósito es presentar un marco general que contribuya al entendimiento del resto de los capítulos de la investigación y al análisis de los resultados. Además de la revisión de literatura, se intenta analizar el desarrollo económico de la Isla a base de los índices utilizados en este trabajo, lo cual será de mucha ayuda para las conclusiones generales.

El periodo de estudio se dividió en dos partes: de 1947 a 1973 y de 1974 a 1999, ya que cada una representa diferentes aspectos del desarrollo económico. En la primera parte, se analizan los resultados exitosos de las políticas de industrialización que incentivan la inversión productiva externa en Puerto Rico y en la segunda se estudian los factores que ocasionaron el agotamiento del modelo y sus efectos en la economía.

El capítulo se divide en seis secciones. En la segunda, se explica el desarrollo de los países de América Latina, para enmarcar el análisis de la economía de Puerto Rico en ese contexto. En la tercera se analiza la estrategia de desarrollo económico llamada Operación Manos a la Obra y sus efectos. También se explican los principales cambios estructurales ocurridos en ese periodo, ya que son un elemento importante en el éxito de la estrategia. En la cuarta sección se analizan los más de veinte años de inestabilidad económica al momento del agotamiento del modelo de desarrollo. En la quinta se exponen las distintas propuestas para el desarrollo económico de Puerto Rico. En la sexta se presentan las conclusiones.

## ***1.2. El proceso de industrialización y el desarrollo económico en Puerto Rico y América Latina***

Al igual que muchos países de América Latina, Puerto Rico experimentó un proceso de sustitución de importaciones, seguido por la reorientación de la producción hacia la exportación, convirtiendo a la Isla en un enclave manufacturero. La sustitución de importaciones se propuso en un modelo de reforma agraria de enfoque populista en la década de los años cuarenta del siglo pasado. El segundo proceso se hizo con miras a la industrialización y se combinó con incentivos fiscales para la atracción del capital externo, específicamente de Estados Unidos.

En el pensamiento económico de antes de la década de los cincuenta la discusión se basaba en la economía política. Pero, los resultados de la posguerra y la discusión de los problemas del capitalismo desviaron la atención hacia el análisis del desarrollo. Por lo que en la década de los cincuenta, surge con fuerza la teoría del desarrollo, haciendo que el pensamiento económico se desvíe del estudio de los imperios y se enfoque en el capitalismo y en la dependencia de los países latinoamericanos.

Desde mediados del siglo XX, las medidas de política económica relacionadas al desarrollo establecían un vínculo entre éste y las actividades de comercio exterior de los países. En los años cincuenta y sesenta fue común en América Latina la política de sustitución de importaciones para la industrialización de la economía y posteriormente su desarrollo. Estas ideas fueron elaboradas por los investigadores y teóricos de la Comisión Económica para la América Latina (CEPAL), entre los que resalta Raúl Prebisch como figura principal. Sus argumentos se pueden resumir en el planteamiento de que el subdesarrollo ocurre a causa de la falta de industrialización, por lo que la solución al subdesarrollo estriba en tomar medidas de política industrial que dirijan a la estructura económica a convertirse en una industrializada. Claro que la base de este problema se encontraba en las relaciones que mantenían los países subdesarrollados con los países

desarrollados, la cual es asimétrica y, por lo tanto, conflictiva. Esta fue denominada como la relación centro-periferia.

El origen de la pobreza y el subdesarrollo se encontraba en las características de la estructura productiva del país. Los países centrales son los de sistema capitalista, que pasaron por los procesos de industrialización y que han llegado a un nivel de desarrollo que permite la satisfacción de las necesidades de su sociedad y el mantenimiento de cierto nivel de bienestar. Su estructura productiva se caracteriza por la importancia de los sectores secundarios y terciarios. Los países periféricos, los de América Latina, mantienen estructuras productivas en las que el sector primario tiene mayor relevancia, por lo que actúan como suplidores de materia prima a los países centrales, lo que les hace difícil sacar provecho de sus relaciones comerciales.

Estos últimos no tienen la capacidad de producir las mercancías industriales para satisfacer las necesidades de su población, lo que los hace incrementar sus relaciones comerciales con otros países, especialmente las de importación, para poder satisfacerlas. Sin embargo, lo que pueden producir y lo que deben importar, determina las características de la estructura productiva afectando también la capacidad para tomar decisiones de política económica enfocadas al desarrollo. Los países subdesarrollados o periféricos deberían importar mercancías de los sectores secundarios y terciarios, siendo esta la característica dominante de sus vínculos con el exterior. Se puede decir, que las características de la estructura productiva interna determinan las relaciones comerciales con el exterior, las que en conjunto restringen la capacidad del país de tomar decisiones de política económica dirigidas al desarrollo. Por consiguiente, la solución propuesta es la de sustituir importaciones. Al sustituir los bienes importados por bienes producidos localmente, se puede dirigir la economía hacia la industrialización, lo que implica que se asegure el camino hacia el desarrollo económico, como lo hicieron los países capitalistas.

Hasta principios de los sesenta, los resultados de las medidas cepalistas habían sido exitosos en términos relativos. Los países mostraban tasa de crecimiento altas, industrialización, modernización, descolonización (no ha sido así para el caso de Puerto Rico) y urbanización. Sin embargo, otros beneficios asociados a la industrialización no se hicieron evidentes. Existían tasas de desempleo altas, el acceso a ciertos servicios como la educación se convirtió en una cuestión elitista y se agudizó la polarización de las clases sociales debido a los problemas de distribución del ingreso. Esto, unido al surgimiento de Estados Unidos como una potencia y la expansión de las transnacionales estadounidenses por América Latina, llevó a que las exportaciones no se diversificaron como se esperaba, a que la clase empresarial nacional no se fortaleciera y a la introducción de innovaciones de alta intensidad en la utilización de capital (Sunkel, 1981). Las economías se reorientaron a la exportación de bienes manufacturados, convirtiéndose en enclaves, manteniendo la economía nacional abierta a la competencia del exterior y al capital externo. Entonces, el cambio estructural ocurriría a través del tiempo de acuerdo a los cambios que dictaban las ventajas comparativas. En conclusión, el tan esperado desarrollo agravó los problemas sociales, económicos y políticos de los países subdesarrollados, por lo que el Estado tuvo que adquirir un papel más activo en la solución de dichos problemas (Villamil, 1981; Hettne, 1995).

A consecuencia de la crisis del modelo de desarrollo cepalista, surgieron dos líneas de pensamiento que intentaban explicar la situación: los teóricos de la modernización y los teóricos de la dependencia. El primer grupo, compuesto por economistas, antropólogos, sociólogos y politólogos (casi en su totalidad estadounidenses, entre los que se destacan Seymour M. Lipset, 1963; Robert Adie y Guy E. Poitras, 1974; K. H. Silvert, 1966; y Robert Scott, 1973), proponían que era esencial considerar las características culturales de las naciones en cuestión y no sólo las económicas, ya que los valores, las instituciones y los patrones de acción de la sociedad tradicional son la causa del subdesarrollo y un obstáculo para la modernización (Valenzuela y Valenzuela, 1981). Por lo que la solución estribaba en superar las estructuras tradicionales prevalecientes para permitir las



transformaciones sociales, económicas y políticas. Según éstos, el problema en América Latina radicó en que no adoptó la cultura de los países modernos, entendiendo por países modernos a Estados Unidos y los de Europa, y hasta que no lo haga se mantendrá estancada en el camino hacia el desarrollo.

Los teóricos de la dependencia (aunque algunos opinan que no es una teoría, sino un enfoque), en su mayoría latinoamericanos (Celso Furtado, 1964; Fernando H. Cardoso y Enzo Faletto, 1978; Heinz R. Sonntag, 1988; André Gunder-Frank, 1963), expusieron que el problema principal del modelo cepalista fue considerar sólo la estructura económica de los países. Proponían que el problema del desarrollo de los países de América Latina debería ser estudiado integrando el ámbito económico, con el social y el político, brindándole importancia especial a los hechos históricos que describen la incorporación de estos países al sistema capitalista mundial. De esta manera, dejan atrás la convicción de que el desarrollo es un proceso de crecimiento económico y de modernización, y replantean el concepto definiéndolo como la existencia de un sistema con mayor autonomía nacional y transformaciones no sólo en la estructura productiva, sino también en la social y en la política. Por lo que, para éstos, la dependencia se puede entender como la integración del sistema político, social y, por lo tanto, del económico de los países subdesarrollados al sistema de los países desarrollados<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Es necesario mencionar que los autores de la dependencia señalan la importancia de "la forma en que se conectan los componentes estructurales internos y los externos" (Cardoso y Faletto, 1978) y cómo esa relación tiene que ver con la estructura del subdesarrollo. Samuel Valenzuela y Arturo Valenzuela (1981) hacen un recuento de la importancia que se le ha otorgado a la relación entre las estructuras interna y externa:

*"En efecto, Cardoso observa que la distinción entre lo externo y lo interno es metafísica (Cardoso, 1970, p. 404). La ontología implícita en tal análisis es la de las "relaciones internas" (Ollman, 1971, Parte I). La bibliografía inicial de la CEPAL sobre los "términos de intercambio desiguales" tendía a hacer demasiado hincapié en las variables externas. La misma crítica se ha dirigido a la obra de Gunder-Frank a causa de su tendencia a la postulación de una relación casi mecánica entre las variables internas y las externas. Frank acepta esta crítica (1972). Los críticos al igual que los que han tratado de "probar la dependencia", han tendido a pasar por alto esta importante interrelación histórica entre lo externo y lo interno." (Valenzuela y Valenzuela, 1981, p. 61-62).*

La falla del modelo de sustitución de importaciones y la reorientación de la economía hacia la exportación de bienes manufacturados ocasionó el estancamiento de muchas de las economías de América Latina, las cuales comenzaron a experimentar tasas de crecimiento menores desde mediados de la década de los setenta hasta la de los años noventa. En este contexto, surgen nuevas ideas para la solución del problema de los países en “vías de desarrollo”, como se les comenzó a llamar. Estas ideas se concentraban en recomendar estrategias enfocadas al problema del crecimiento. Los países en vías de desarrollo ya habían experimentado un cambio estructural que impuso nuevas características en el sistema productivo. Entonces, era necesario sacar el máximo provecho a esas nuevas características. Se proponía minimizar el papel del Estado en la economía y dejar que las fuerzas del mercado insertaran a las economías de manera eficiente en el comercio internacional. Organizaciones internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional se hicieron propulsores de estas ideas, las que se bautizaron formalmente como el Consenso de Washington (Bruton, 1998). En los escritos del Banco Mundial se hacía alusión a los casos de Corea, Taiwán, Tailandia y Malasia como modelos exitosos de la implantación de dichas estrategias.

Las críticas a estas ideas no se hicieron esperar, y a mediados de la década de los ochenta comenzó a publicarse literatura con otros enfoques. Una de las críticas se refería a que la orientación hacia la exportación y las fuerzas del mercado no son suficientes para que la economía nacional lleve a cabo un proceso de aprendizaje que la haga aprovechar el

---

Entonces, una vertiente de los dependentistas señala que el grado de dependencia de un país determina su estructura interna. A un mayor grado de dependencia, menos intensos serán los vínculos internos, en términos políticos, sociales y económicos.

Otro punto importante y primordial es la relación que se muestra en la literatura entre la dependencia y el subdesarrollo. A pesar de que la dependencia ha ayudado a explicar históricamente el subdesarrollo de los países latinoamericanos, no quiere decir que la dependencia perpetúe el subdesarrollo en todos los sistemas. Lo que en realidad exponen es que la complejidad de las relaciones de las estructuras externa e interna y las características de cada sistema insertado en su realidad histórica lleva a que cada caso sea diferente. Según Sunkel y Paz (1988), las condiciones preexistentes son importantes. Esto es lo que ha ocasionado que en muchos casos no se refieran a la dependencia como una teoría, sino como un enfoque. Lo que también ha llevado a la falta de modelación que relacione los conceptos principales, y el análisis se base sólo en una argumentación histórica descriptiva.

nuevo conocimiento para insertarse de manera eficiente y competitiva en los mercados internacionales (Hobday, 1995; Rodrik en Fishlow, 1994, y en Helleiner, 1992; Sanjaya Lall, 1984; Amsden, 1989; y Wade, 1990, entre otros). Las características institucionales, sociales y culturales varían entre los países, por lo que también lo hace la capacidad de apropiarse del conocimiento.

La literatura también reconoce que implantar ciertas medidas proteccionistas puede ayudar a que las economías nacionales obtengan provecho de la apropiación del conocimiento. Por lo tanto, la intervención del Estado en la economía es necesaria. La magnitud de dicha intervención dependerá de las características sociales, culturales y la historia de cada país.

Como se puede observar, los estudios recientes dirigen la discusión al análisis de la relación entre el comercio internacional y el crecimiento económico, dejando de un lado el problema del desarrollo. Surge la acumulación de conocimiento como el factor principal que permite a un país sacar provecho de sus relaciones comerciales. Sin embargo, las características sociales, culturales e institucionales prevalecientes, y la historia de cada país determinan su capacidad de apropiación del conocimiento y, por lo tanto, su capacidad de crecimiento.

No obstante, ha habido críticas a la participación de países subdesarrollados en los bloques comerciales, ya que los relacionan de manera desventajosa con los países desarrollados. Diversos movimientos políticos de países latinoamericanos opinan que este tipo de relación comercial lleva a la intensificación de problemas relacionados al subdesarrollo. El problema con estos argumentos es que carecen de formalidad.

### ***1.3. El caso de Puerto Rico: Operación Manos a la Obra: 1947-1973***

Luego de la Segunda Guerra Mundial, los cambios en las relaciones políticas y económicas internacionales causaron la hegemonía mundial de Estados Unidos en términos políticos, económicos y militares. En este contexto, el Partido Popular Democrático (PPD) (partido político en el poder para este periodo) establece la estrategia para el desarrollo económico de Puerto Rico.

La situación política de la Isla pasó a segundo plano y se consideraron los problemas económicos y sociales como prioridad. El gobierno abandonó el primer programa de reformas, el de sustitución de importaciones, ya que los resultados no habían sido significativos y se reorientó la política económica a resolver los problemas de crecimiento.

En el contexto Latinoamericano de desarrollo económico, la economía de Puerto Rico siguió los patrones establecidos, según los modelos implantados, aunque con cierto desfase en temporalidad. Para la década de los cuarenta, las políticas económicas dirigidas al desarrollo promovían la sustitución de importaciones, acompañada de una reforma agraria y otras medidas de corte populista. Luego, a finales de la misma década, se comenzaron a implantar medidas dirigidas a la industrialización y modernización mediante estrategias de atracción de capital externo y la reorientación de la economía a la exportación. En ese mismo periodo, las economías de América Latina perseguían el mismo fin; sin embargo, mantenían la estrategia de sustitución de importaciones para alcanzarlo.

En 1947 se aprobó la primera Ley de Incentivos Industriales, la cual ofrecía exención contributiva para las ganancias de las corporaciones extranjeras operando en Puerto Rico. Se intentaba atraer empresas diferentes a las existentes en el país. El modelo llamado

Operación Manos a la Obra, se basaba en la inversión privada externa orientada hacia la exportación, atraída por salarios bajos, leyes impositivas favorables e infraestructura subsidiada por el gobierno (Dietz, 1993; Pantojas, 1984; Vietrovisz y Goldsmith, 1975; Lewis, 1949). Fue una iniciativa eficaz de atracción de capital externo mediante la cual se logró la industrialización y modernización de Puerto Rico. Dietz (1993) señala que la orientación a la exportación representó un retroceso con respecto a la estrategia de industrialización por sustitución de importaciones de principios de la década de los cuarenta, lo mismo que hubiesen expuesto los cepalistas de la época. Sin embargo, lo que sucedió en Puerto Rico pasó luego en muchos países de América Latina, las economías se reorientaron a la exportación de bienes manufacturados, convirtiéndose en enclaves, manteniendo la economía nacional abierta a la competencia del exterior y al capital externo.

El marco institucional en el cual ocurrió Operación Manos a la Obra fue el mercado, moneda, ciudadanía y defensa común con Estados Unidos y el dominio de las leyes federales (entiéndase por leyes federales las leyes de Estados Unidos) sobre las de Puerto Rico. Los incentivos directos fueron la exención contributiva total para las compañías que se establecieron dentro de un periodo de diez años entre 1947 y 1957; los salarios relativos bajos; los subsidios infraestructurales, ambientales y en entrenamiento de mano de obra<sup>2</sup>; la paz industrial, la cual ocurrió con la neutralización del movimiento obrero y la represión de la disidencia (Partido Nacionalista y la Ley de la Mordaza); y el libre comercio entre Estados Unidos y Puerto Rico. En 1954 la Ley de Incentivos Industriales fue enmendada para conceder diez años de exención a toda nueva industria (Dietz, 1989; Pantojas, 1984). Para 1963 se aprobó una nueva Ley de Incentivos Industriales que extendió la exención contributiva a un periodo de diecisiete años para las nuevas

---

<sup>2</sup> Además de repartir propaganda respecto a los beneficios de invertir en Puerto Rico, el gobierno, adiestraba la mano de obra para las empresas, les hacía entrevistas y les administraba exámenes de aptitud para escoger a los trabajadores para éstas. Estos, entre otros, fueron los subsidios de mano de obra los cuales el gobierno otorgaba a las empresas que invirtieran en la Isla; según los empresarios, era un servicio de muy buena calidad por parte del gobierno. (Lewis, 1949)

industrias que se establecieran fuera del área metropolitana, el periodo de exención podría duplicarse si la industria pagaba un 50 por ciento de las contribuciones sobre ingresos (Dietz, 1989; Pantojas, 1984). Los determinantes del crecimiento exitoso de Operación Manos a la Obra fueron la inversión externa y el papel significativo del Estado como generador de empleos, fuente de inversión e impulsor de la emigración<sup>3</sup>.

Dado dichos incentivos, del 1947 al 1973 la economía de Puerto Rico, al igual que la economía mundial capitalista, gozó de un extraordinario crecimiento económico<sup>4</sup>. Puerto Rico, al igual que otros países de América Latina, había alcanzado un rápido proceso de industrialización, con un crecimiento económico significativo, lo cual se había convertido en un modelo exitoso de desarrollo económico. Según algunos autores (Villamil, 1975 y Vietrovizy y Goldsmith, 1975), a pesar de la gran contribución del modelo de desarrollo económico al crecimiento, también causó desigualdad en la distribución del ingreso, desempleo, emigración masiva, dependencia financiera y tecnológica<sup>5</sup> y una base económica desbalanceada.

Dietz (1993) opina que las subsidiarias de Estados Unidos no produjeron eslabonamientos importantes con la producción interna. Al observar los resultados de los distintos capítulos de este trabajo, se puede tener una idea de las características sobresalientes de la estructura productiva de Puerto Rico para esa época, considerando los resultados del año 1972. Para ese año, la estructura interna muestra relaciones significativas en los servicios

---

<sup>3</sup> “Esta etapa se caracterizó por el renovado esfuerzo de estimular la emigración de los puertorriqueños. Aunque estos esfuerzos no eran nuevos y existieron programas de emigración desde principios de siglo, es a partir de los primeros años de la década del 1950 que este proceso se aceleró. Salieron de la Isla alrededor de 50,000 puertorriqueños anualmente entre el 1954 y el 1964, habiendo emigrado ya unos 250,000 entre 1945 y 1953.” (Villamil, 1975)

<sup>4</sup> Como se puede observar en el Cuadro A.1 y en la Gráfica A.1, el crecimiento promedio del producto interno bruto real para el periodo de 1947-1973 fue 6.87 por ciento, con un valor máximo de 13.98 por ciento en el año 1970 y un valor mínimo de 2.88 por ciento en el 1958.

<sup>5</sup> Respecto a esto, Villamil (1975) comenta que Operación Manos a la Obra es el modelo de crecimiento dependiente llevado a su máxima expresión.

y en la manufactura, mientras que en la estructura de exportaciones hacia Estados Unidos sobresalen los sectores manufactureros y la agricultura. Incluso, algunos de los sectores con mayor importancia en la economía interna como papel y madera, maquinaria y productos de metal mantenían también relaciones significativas con el exterior.

De todos los años analizados el 1972 muestra un índice de integración bajo, tanto en la estructura interna como en la de exportaciones hacia Estados Unidos. Lo que quiere decir que, a pesar de que la economía pasó por un rápido proceso de industrialización, para el 1972 todavía no se mostraba una economía muy integrada y con gran cantidad de relaciones significativas, en el ámbito interno y en el de su comercio con el exterior. Esto puede significar que ciertamente el proceso fue uno de industrialización y crecimiento económico; sin embargo, no uno que aportara mucho al desarrollo.

También hay que resaltar que la economía se encontraba más integrada al exterior que internamente (véanse resultados del Capítulo 3). No obstante, esto no quiere decir que una mayor relación con el exterior haya causado una disminución de los vínculos internos, ya que los sectores importantes en cada una de las estructuras difieren. De cualquier forma, se carece de datos para años anteriores, los que hubiesen hecho posible la comparación.

La importancia de la agricultura disminuyó; de ser el sector predominante en las décadas de los años cuarenta y cincuenta, pasó a ser el sector más pequeño de los sesenta en adelante (Departamento de Comercio de Estados Unidos, 1979). No obstante, para el año 1972 aparece como uno de los sectores con más importancia en términos de las exportaciones hacia Estados Unidos (véanse los resultados del Capítulo 2) y muestra una dependencia bastante alta para el mismo año (véanse los resultados del Capítulo 4). En la década de los cuarenta y cincuenta tuvo una estructura dual; por una parte las cosechas comerciales (azúcar, café, tabaco y piñas) y por otra la producción de subsistencia (frutas y hortalizas). Aunque el descenso en la agricultura fue en las cosechas tradicionales, se

evitó aumentar la importación de ciertos alimentos (pollo, huevo, leche y ganado) y la producción se reorientó hacia el mercado interno. Este sector muestra una integración bastante alta con la estructura interna (véanse los resultados del Capítulo 3).

Los cambios en la agricultura se reflejaron en la disminución del número de fincas, del área cultivada en las cosechas principales (caña, café y tabaco), de su empleo de 1949 a 1973 y de su participación en el PNB y el PIB. Dichos cambios, el crecimiento poblacional y la migración de los granjeros hacia zonas urbanas ocasionaron el aumento en la importación de productos alimenticios (Departamento de Comercio, 1979). Las externalidades, como la contaminación y la urbanización, y la relación político-jurídica con Estados Unidos también fueron factores importantes para la agricultura. La contaminación dañó suelos destinados a la agricultura y la urbanización ocupó tierras destinadas a esa actividad.

Como era de esperarse, la manufactura fue el sector principal del proceso de industrialización. Su producción como proporción del PIB aumentó de un 9 a un 40 por ciento en el periodo (1947-1973) (Departamento de Comercio, 1979), debido al cambio en la composición de las industrias. En la fase inicial de industrialización se estimuló la actividad en industrias livianas intensivas en el uso de mano de obra (Departamento de Comercio, 1979; Dietz, 1989; Villamil, 1975). La industria textil fue la más importante en este proceso, ya que requería de poco uso de energía, generaba niveles de contaminación bajos y era de salarios y de tasas de ganancias bajas. La Ronda Kennedy del GATT afectó la industria, ya que disminuyeron las tarifas que existían contra las importaciones de ropa en países de Oriente.

Para el año 1956, se puede definir el inicio de la segunda fase de industrialización con el establecimiento de petroquímicas y refinerías de petróleo. Éstas se caracterizaban por ser intensivas en la utilización de capital, generar niveles altos de contaminación y utilizar



gran cantidad de energía<sup>6</sup> (Departamento de Comercio, 1979; Dietz, 1989; Villamil, 1975). Dicha etapa surgió en respuesta a un sistema de asignación de cuotas federales de petróleo importado a distintos estados de los Estados Unidos. Inicialmente, se esperaba que las industrias que utilizan derivados del petróleo como materia prima se establecerían en Puerto Rico e incentivarían la creación de empleos, lo que no sucedió ya que preferían estar cerca de sus mercados y no de sus insumos (Villamil, 1975). Otros elementos que sirvieron de atracción a las petroquímicas fueron los subsidios ambientales y de infraestructura. En 1973-74 el embargo petrolero provocó el fracaso de esta fase del proceso de industrialización.

Se puede decir que para el año 1972 los sectores manufactureros mantenían la mayor parte de las relaciones significativas en la estructura productiva de la Isla, especialmente en su relación comercial con Estados Unidos (véanse los resultados del Capítulo 2). En la estructura productiva interna mantenían importancia relativa, luego de los sectores de servicios.

Los sectores de la manufactura con una mayor vinculación con el resto del sistema productivo en ese mismo año eran refinerías de petróleo, productos de metal y textiles, lo cual concuerda con la descripción de las fases de industrialización (véanse los resultados del Capítulo 3). Es decir, que además de mantener relaciones significativas, también se relacionaban con muchos otros sectores. Esta última característica permitía que cualquier perturbación fuera transmitida a gran parte del sistema productivo. Sin embargo, al analizar la relación de dichos sectores en la estructura interna y en la de comercio con Estados Unidos, se encontró que se relacionaban con más sectores en la estructura interna. Por lo tanto, aunque sus relaciones en la estructura interna no eran las más significativas, sí involucraban a muchos otros de los sectores. Esto puede poner en entre

---

<sup>6</sup> Como se puede observar en el Cuadro A.3 y la Gráfica A.3 del Apéndice A, el promedio de la inversión interna bruta de capital fijo fue 398.52 millones de dólares, con un valor máximo de 973.5 en el año 1972 y un valor mínimo de 73.9 en el año 1947.

dicho la aseveración de que el proceso de industrialización no generó eslabonamientos en la estructura interna. Para el mismo año (1972), los sectores manufactureros resaltaban como los más sensibles a los cambios en la demanda final de Estados Unidos; es decir, los más dependientes del sistema productivo. Dado las características del sistema productivo descritas, es correcto decir que con Operación Manos a la Obra se desarrolló un modelo de enclave manufacturero en la Isla.

El sector de turismo fue uno de los que más ingresos generó (luego de la manufactura). Tuvo un rápido crecimiento en la década de los años cincuenta y sesenta, los turistas aumentaron de 65,000 en 1950 a 1.1 millón en 1970 y los cuartos de hotel aumentaron de 800 en 1950 a más de 7,100 en 1970 (Departamento de Comercio, 1979).

El sector de la construcción ha sido uno de los más importantes en la recuperación de la economía de Puerto Rico en el corto plazo. De 1960 al 1972 la contribución de este sector al PNB aumentó de un 13 a un 23 por ciento y su empleo de 45 mil a 81 mil trabajadores (Departamento de Comercio, 1979). Para el año 1972, el sector de minería y construcción poseía un gran número de relaciones significativas en la estructura productiva de la Isla, más en la interna que en la de comercio con Estados Unidos (véanse los resultados del Capítulo 2). Este sector estaba muy integrado con el resto del sistema para el mismo año; es decir, poseía relaciones con un gran número de sectores (véanse los resultados del Capítulo 3). Para ese entonces, su grado de dependencia era muy bajo, lo que significa que era poco sensible a cambios en la demanda final del exterior (en este caso de Estados Unidos).

La década de los sesenta fue la de mayor crecimiento del empleo. En el 1960 más de la mitad del empleo estaba en el sector de los servicios. El desempeño principal de este sector fue en la administración pública, la cual representaba un 7 por ciento del empleo total en el 1947 y aumentó a un 18.9 en el 1973 (Dietz, 1989). El tamaño del sector público creció, ya que tuvo que absorber el desempleo provocado por el decaimiento del

sector privado. Según Villamil, “*se hace evidente que con una industria liviana para exportación que ha llegado a su límite como sector impulsor del crecimiento y una industria pesada que no ha logrado generar empleos en la cantidad deseada, surge la necesidad de establecer políticas que, aunque sea en forma parcial, alivien las consecuencias de esta situación. De ahí que, en el periodo de 1969 al 1973, el empleo en el sector gobierno aumentó en un 50% y representó un 28% del empleo total. Por otro lado, la proporción del número de personas que dependen de los pagos de transferencia directos para subsistir ha ido aumentando*”<sup>7</sup>.” (Villamil, 1979, pág. 8)

Otro dato importante para este periodo es la emigración hacia Estados Unidos<sup>9</sup> (Dietz, 1989; Pantojas, 1984; Villamil, 1975). Representó un alivio para la economía de Puerto Rico, ya que hubo una oportunidad de empleos mayor y salarios más altos (Perloff, 1952).

Como mencionara Torres (1979), “*Puerto Rico alcanzó un rápido crecimiento económico durante dos décadas utilizando una estrategia que combinaba un alto grado de apertura para allegarse del capital exterior, tecnología, mercados, materias primas y otros recursos; un proceso rápido de industrialización*”. El sector primario fue perdiendo importancia, mientras que los sectores secundario y terciario la iban ganando. Para esto, la política económica se enfocó en la atracción de capital externo, mediante incentivos fiscales, principalmente. Según los cepalistas, esto restringe la capacidad de dirigir la política económica al desarrollo; ya que, mientras la economía mostraba tasas de

---

<sup>7</sup> Como se puede observar en el Cuadro A.5 y la Gráfica A.5 en el año 1947 los pagos de transferencias federales fueron de 58.8 millones de dólares y en el año 1973 fueron de 887.4 millones de dólares, notándose claramente su aumento a través del periodo.

<sup>8</sup> “Esta dependencia de los fondos de Estados Unidos se agudizó debido a que los programas de industrialización y la emigración no estaban resolviendo la problemática fundamental.” (Villamil, 1975)

<sup>9</sup> Es importante señalar que por medio de la Ley Jones (1917), los puertorriqueños son ciudadanos norteamericanos, por lo cual tienen el derecho de emigrar a cualquier parte de los Estados Unidos sin que esto represente un problema en términos legales.

crecimiento altas, industrialización, modernización y urbanización, otros problemas relacionados a la distribución se agudizaron. Este fue un proceso generalizado en los países Latinoamericanos para la misma época.

#### ***1.4. La inestabilidad económica de Puerto Rico: 1974-1999***

La falla del modelo de sustitución de importaciones y la reorientación de la economía hacia la exportación de bienes manufacturados ocasionó el estancamiento de muchas de las economías de América Latina, las cuales comenzaron a experimentar tasas de crecimiento menores desde mediados de la década de los setenta hasta la de los años noventa. Para Puerto Rico no fue diferente, el periodo de 1974 al 1999 se ha caracterizado por estancamiento e inestabilidad económica, para lo cual se han propuesto muchos modelos de desarrollo, pero ninguno ha tenido éxito duradero. Este periodo se ha caracterizado por una gran disminución del crecimiento del producto bruto interno real, un nivel de desempleo alto y ritmos negativos en la inversión interna de capital fijo. A pesar de esto, el nivel de vida de los puertorriqueños no se ha afectado mucho, ya que han mantenido un nivel de consumo alto, subsidiado por el aumento en las transferencias federales y el endeudamiento público y privado.

El crecimiento en el producto interno bruto real sufrió un descenso en ese periodo. En las décadas de éxito del modelo tuvo un crecimiento promedio anual de 4.93 por ciento de 1951 al 1960 y de 6.71 por ciento de 1961 al 1970. Pero, en los periodos de 1971 al 1980, 1981 al 1990 y 1991 al 1995 disminuyó para crecer a un promedio anual de 3.57, 3.40 y 3.39 por ciento, respectivamente (ver Cuadro A.1 y Gráfica A.1 del Apéndice A). Hubo un crecimiento negativo en los periodos de recesión; es decir, de 1974 a 1975 y de 1981 a 1982 (ver Cuadro A.1 y Gráfica A.1 del Apéndice A).

La tasa de desempleo aumentó obteniendo las peores cifras para las décadas de los años setenta y los ochenta (ver Cuadro A.2 y Gráfica A.2 del Apéndice A). Llegó a reportarse una tasa de desempleo de 23.5 por ciento para el año 1983. En la década de los noventa disminuyó un poco, pero los niveles permanecieron muy altos (ver Cuadro A.2 y Gráfica A.2 del Apéndice A). Para Pantojas (1979) y Vietrovicz y Goldsmith (1975) una de las razones del aumento del desempleo es la reversión del proceso migratorio, en los setenta y ochenta, desde Estados Unidos, y la migración de extranjeros desde Cuba y República Dominicana hacia Puerto Rico.

La inversión interna bruta de capital fijo disminuyó para el periodo de inestabilidad, desde los setenta hasta mediados de los ochenta. Luego de 1985, comenzó a recuperarse, pero con un crecimiento más lento que en las décadas de los cincuenta y los sesenta (ver Cuadro A.3 y Gráfica A.3 del Apéndice A).

Los consumidores mantuvieron el aumento en el gasto de consumo personal, con disminuciones poco significativas en 1974, 1975, 1980 y 1991 (ver Cuadro A.4 y Gráfica A.4 del Apéndice A). El gasto en el consumo personal se mantuvo debido al endeudamiento de los consumidores y a los pagos de transferencias federales. El aumento de las transferencias federales provocó que una parte significativa de la población recibiera ingresos que no están vinculados al proceso de producción, las cuales han presentado un mayor crecimiento desde mediados de la década de los setenta hasta el presente (ver Cuadro A.5 y Gráfica A.5 del Apéndice A).

Los dos sectores más importantes del periodo han sido la manufactura y los servicios. En el primero, han dominado las empresas de alta tecnología. Éste continúa siendo el principal impulsor de la economía de Puerto Rico, pero en los últimos años se ha debilitado (respecto a la producción) y su capacidad de creación de empleos ha disminuido (Zalacaín y Ruíz, 1996). El sector de los servicios creció rápidamente y, para el año 1995 generó un 75 por ciento del empleo total de la economía (Junta de

Planificación de Puerto Rico). Este crecimiento puede deberse a que ha tenido que absorber gran parte del empleo que se ha desplazado de los sectores primarios y secundarios. Los empleos se encuentran en su mayoría en ocupaciones profesionales, gerenciales y de apoyo administrativo (Zalacáin y Ruíz, 1996).

El primer elemento de inestabilidad del periodo lo fue el aumento en el precio del petróleo en 1973-74, ya que, en esa época, el desarrollo económico se había basado en las petroquímicas y refinerías de petróleo. También se afectaron las industrias con altos coeficientes de uso de energía derivada del petróleo. Los eslabonamientos que se esperaban con la economía interna no ocurrieron y aumentó la vulnerabilidad de la economía de la Isla al ciclo económico externo (Zalacáin y Ruíz, 1996). Con la crisis económica de Estados Unidos del 1974-75 se cierran las posibilidades de continuar con el financiamiento externo. El gobierno tuvo que reducir su actividad, lo que trae como consecuencia una disminución general de la actividad económica (Villamil, 1975). En el informe Tobin de 1976 se establece que las causas de la inestabilidad en Puerto Rico no se deben sólo a la recesión en Estados Unidos y reconoce la imposibilidad de una política económica autónoma para el país. Pero, según Villamil (1975), el punto más importante del informe Tobin es cuando menciona que la inestabilidad no es coyuntural sino permanente.

En el 1976 surge un elemento de gran importancia en el desarrollo económico de Puerto Rico, la Sección 936. Desde 1947 la estrategia de desarrollo económico ha tenido como base la atracción de capital extranjero mediante la exención contributiva, subsidios infraestructurales y ambientales y bajos salarios relativos (Quiñones, 1994). Primero con la Ley de Incentivos Industriales y, luego, con la Sección 936; de ahí su importancia en la economía de Puerto Rico. La Sección 936<sup>10</sup> es una disposición del Código de Rentas

---

<sup>10</sup> La Sección 936 tiene sus antecedentes desde el 1921 con la Sección 262. La sección 262 de la Ley de Contribución sobre Ingresos federal fue creada para las compañías estadounidenses establecidas en las Islas Filipinas (posesión de Estados Unidos en ese entonces). Los requisitos para disfrutar de la exención bajo esta Sección eran: que por lo menos el 80 por ciento de sus ingresos provinieran de actividad comercial en

Internas Federal que otorga a empresas multinacionales (principalmente estadounidenses) un crédito en la contribución sobre ingresos activos y pasivos originados en Puerto Rico, tributación sobre los ingresos recibidos del exterior y permite la deducción por dividendos recibidos en la compañía matriz (Junta de Planificación, 1994; Ruiz y Zalacaín, 1996). Se creó con el propósito de hacer más atractiva la inversión en Puerto Rico, contrarrestar los requisitos de salario mínimo federal y la utilización de barcos con banderas estadounidenses en el transporte marítimo (la marina mercante estadounidense es una de las más caras del mundo), según lo establecido en la Ley Jones<sup>11</sup> (Junta de Planificación, 1994).

La Sección 936 tuvo una función importante en el desarrollo del sector manufacturero de Puerto Rico, ya que constituye el eje de alta tecnología y el sector más dinámico en la economía de la Isla (Quiñones, 1994)<sup>12</sup>. Las empresas acogidas a la Sección generaban una alta proporción de empleos (directos e indirectos) y aportaban al ingreso del gobierno con el impuesto de repatriación de ganancias, las contribuciones sobre ingresos y las patentes municipales. Además, generaban grandes inversiones financieras (aunque la mayor parte era a corto plazo). Sin embargo, no pueden obviarse los efectos negativos que han tenido en la Isla, como la contaminación ambiental, la fuga de riqueza, mayor subordinación política y una creciente polarización social.

La Sección sufrió varias enmiendas desde su creación. En 1982 se aprobó una reforma contributiva que se llamó Ley de 1982 de Equidad Contributiva y Responsabilidad Fiscal

---

las posesiones, y que el 50 por ciento o más de sus ingresos tenía que provenir de operaciones activas de la compañía en la posesión (condición 80-50). Luego, en el 1954 esta ley se incorpora en el Código de Rentas Internas federal y se convierte en la Sección 931. La Sección 931 continuó ofreciendo exención total a las corporaciones estadounidenses generados en una posesión. Dicha exención aplicaba a las corporaciones operando en Puerto Rico, American Samoa, Guam y el Canal de Panamá.

<sup>11</sup> Esta acta o Ley impone la ciudadanía estadounidense a los puertorriqueños y reserva a Estados Unidos los poderes en cuanto a aduanas, inmigración, correos, leyes de cabotaje, defensa, comercio y todos aquellos asuntos relacionados a la soberanía.

<sup>12</sup> Más del 60 por ciento de las empresas 936 están en ropa, farmacéuticas, maquinaria no eléctrica, maquinaria eléctrica e instrumentos profesionales y científicos. (Catalá, 1993)

(TEFRA, por sus siglas en inglés). TEFRA añadió un inciso a la Sección 936 bajo el cual “*se le niega a la corporación en la posesión cualquier ingreso de intangibles, como resultado de su producción, a menos que esta tenga una presencia significativa en la posesión*” (Junta de Planificación, 1994). Otra enmienda bajo TEFRA fue que, por lo menos, el 50 por ciento del ingreso tenía que estar constituido por ingreso activo, esta proporción aumentó a 55 por ciento en el 1983, a 60 en el 1984 y a 65 en el 1985. En la reforma contributiva de 1986 se creó un fondo de préstamos para el Caribe utilizando los fondos 936 depositados en el Banco Gubernamental de Fomento y se disminuyó la condición de ingreso pasivo a un máximo de 25 por ciento (Junta de Planificación, 1994). Con la Ley de reconciliación presupuestaria de 1993 (OBRA, por sus siglas en inglés) se creó un crédito salarial para sustituir el crédito por ingresos vigente<sup>13</sup>. El Gobierno federal pensó que esto aumentaría los recaudos de Estados Unidos en 7.1 millones de dólares del 1994 al 1998. En el 1994 el Departamento del Tesoro presentó un reglamento de Precios de Transferencias, el cual afecta la determinación de los precios de ventas de la subsidiaria a la matriz (Junta de Planificación, 1994).

La razón principal para las enmiendas fue aumentar los recaudos del gobierno federal, por el problema del déficit comercial de Estados Unidos (Catalá, 1993; Quiñones, 1994; Ruiz y Zalacaín, 1996). Muchas compañías representaban una fuga de capital para Estados Unidos, ya que, mediante precios de transferencias, adjudicaban las ganancias de la compañía matriz a la subsidiaria en la Isla y luego hacia Estados Unidos donde estaban exentas del pago de contribuciones<sup>14</sup>. Según Catalá (1993), hay que considerar que lo que representa una alteración fiscal para Estados Unidos constituye un cambio estructural para la economía de Puerto Rico.

---

<sup>13</sup> “Aquellas compañías cuyo crédito contributivo excediera el 65% de sus salarios, perderían parte de sus beneficios, a menos que aumentaran su empleo” (Junta de Planificación, 1994).

<sup>14</sup> Dos ejemplos de esto lo son el de la Coca-Cola y el de la Pepsi, las cuales adjudicaban parte de las ganancias de la matriz a la subsidiaria en Puerto Rico y fueron demandadas por esto.



La Sección 936 fue derogada el 20 de agosto de 1996 por el Presidente de Estados Unidos<sup>15</sup>. Se estableció un periodo de transición de diez años para el cese del incentivo, por lo cual, el gobierno debe encontrar nuevos estímulos para el desarrollo industrial. El problema es que en Puerto Rico no ha existido complementariedad instrumental<sup>16</sup> y se ha obstaculizado por la exención contributiva como mecanismo de promoción de capital y por su compensación con las transferencias federales (Catalá, 1993). La visión de Pantojas (1996) es un poco más optimista, en el sentido de que la eliminación de la Sección 936 representa sólo el cierre de una etapa de crecimiento; como sucedió a principios de siglo con el azúcar, y a mediados con la industria liviana y las petroquímicas.

La inestabilidad se refleja en los niveles de ciertas variables macroeconómicas como crecimiento, desempleo, inversión, ahorro, consumo, entre otras. Para muchos, la causa principal de la inestabilidad es el agotamiento del modelo de desarrollo, mientras que otros pocos se la atribuyen a otras razones. Entendiéndose como agotamiento la incapacidad del modelo de generar niveles aceptables en dichas variables, además de la creciente dependencia de la población hacia las transferencias federales y el endeudamiento, entre otras cosas. Las opiniones al respecto pueden dividirse en dos grandes grupos (Meléndez, 1988). El primer grupo de economistas (Comité para el Desarrollo Económico de Puerto Rico) atribuye la inestabilidad a un deterioro de las ventajas comparativas de la Isla, al efecto de la recesión de Estados Unidos de mediados de los setenta y al de las políticas del Presidente Reagan. El segundo grupo (Dietz, 1993; CEREP, 1984; Marqués, 1993; Peat Marwick; Quiñones, 1994; Consejo de Desarrollo Estratégico para Puerto Rico, Oficina del Gobernador, 1991) la atribuye a la dependencia

---

<sup>15</sup> Según Negrón (1986), la eliminación de la Sección 936 puede tener los siguientes efectos:

- una merma estimada de \$1,409 millones en la nómina que se paga a los trabajadores;
- una disminución aproximada de más de 100,000 empleos directos e indirectos;
- desempleo masivo que provocará tensiones adicionales sobre los programas de bienestar, ya que acentuará una mayor dependencia sobre los mismos.

<sup>16</sup> No existe complementariedad instrumental en el sentido en que el instrumento de política económica principal para el desarrollo de la Isla es la atracción del capital externo mediante la exención contributiva.

económica; a raíz de la cual la inversión de capital estadounidense representa una fuga de capital, en términos de ganancias que salen del país; la dependencia en materias primas y energía cada vez más costosas; y una estructura productiva orientada a los mercados externos con pocos vínculos con la economía interna. Este argumento enfatiza el aspecto externo como el causante de la inestabilidad.

Sin embargo, no hay un trabajo que analice a fondo la estructura productiva de Puerto Rico para llegar a dichas conclusiones. Por lo que es necesario un análisis más profundo del cambio estructural y su relación con las políticas implantadas y el contexto nacional e internacional. Al analizar la estructura productiva de Puerto Rico desde el año 1977 se pueden describir sus características principales. En dicho periodo de estancamiento e inestabilidad, la estructura productiva mostró leves variaciones en el número de relaciones intersectoriales significativas, obteniendo para el 1987 menos de las que poseía a principios de los setenta. En términos de su estructura interna, hubo más relaciones intersectoriales significativas a través del tiempo, aunque disminuyeron bastante para el 1987. No obstante, es para ese mismo año que se evidencia un mayor número de relaciones intersectoriales significativas en la relación comercial con Estados Unidos. En general, los sectores manufactureros y luego los servicios mostraban dichas relaciones significativas. En la estructura interna sobresalían los servicios y en la de comercio exterior la manufactura (véanse los resultados del Capítulo 2).

La integración de la estructura mostró los mismos patrones: una estructura más integrada desde el 1977 hasta el 1982 y un desplome del sistema para el 1987. Sin embargo, al analizar cada estructura por separado, la interna y la de comercio exterior, ambas experimentaron una mayor vinculación para el 1977, y una desvinculación hasta el 1987. Pero, se puede resaltar que en la interna los servicios se convirtieron en los sectores más integrados con el resto del sistema, y en la de comercio exterior seguían sobresaliendo los manufactureros (véanse los resultados del Capítulo 3).

Según la opinión de algunos economistas, como se mencionara anteriormente, se puede concluir que la inestabilidad del sistema en este periodo podría deberse al aumento de la dependencia. Sin embargo, los sectores se hicieron menos dependientes desde el 1977 en adelante, aunque la economía se seguía caracterizando por una mayor dependencia de los sectores manufactureros.

### ***1.5. Las nuevas estrategias ante el agotamiento del modelo***

A raíz del comportamiento de las distintas economías Latinoamericanas, las propuestas se enfocaron entonces en solucionar el problema del crecimiento económico. Era necesario sacar provecho de las nuevas características del sistema productivo. Muchas propuestas sugerían la disminución de la intervención del Estado en la economía y la determinación del sistema por las fuerzas del mercado. El Consenso de Washington proponía esto, ya que se generaría una solución eficiente al problema del crecimiento mediante la inserción de la economía al comercio internacional. Como era de esperarse, surgieron otros modelos en los cuales se resaltaba la importancia de la intervención del Estado y de cómo aprovechar las características institucionales, culturales, sociales y la historia de los países Latinoamericanos para la utilización del conocimiento acumulado en la solución del problema del crecimiento económico.

En Puerto Rico, el modelo de desarrollo existente tampoco generaba un crecimiento económico adecuado; por lo cual, se han propuesto distintas alternativas (Vietrovisz y Goldsmith, 1975; Consejo Asesor Económico del Gobernador de Puerto Rico, 1989; Marqués, 1993 y 1996; Quiñónez, 1994; Consejo de Productividad Económica del Gobernador, 1994; Catalá, 1995; Ruíz y Zalacaín, 1996). Estas varían en algunos elementos, pero la mayoría están de acuerdo en disminuir la dependencia hacia el capital externo o, al menos, canalizarla con otros incentivos. Con tal propósito son varias las medidas que coinciden en las distintas propuestas, como la sustitución de importaciones, la creación de ayudas e incentivos para las industrias predominantemente internas

(agricultura y servicios, principalmente), hacer más competitiva la mano de obra mediante mejoras en la educación, incentivar a los trabajadores con una mayor participación en las ganancias, promover las exportaciones, estimular el ahorro y la inversión, y generar nuevos incentivos para el capital externo.

Por un lado, se piensa en la sustitución de importaciones como una medida eficaz para disminuir la dependencia, pero, por otro lado, se busca promover las exportaciones sin considerar que es otra forma de dependencia. Al promover las exportaciones, se provoca que parte de la producción de la Isla dependa de la demanda de dichos productos en el exterior. Por lo cual, pequeños cambios en la demanda intermedia y/o final de otros países pueden tener efectos significativos en la producción de Puerto Rico. Esta es una característica que es estudiada en el Capítulo IV de la tesis.

Otro elemento de importancia en las distintas propuestas ha sido el político. Para implantar dichas medidas es necesario poseer los poderes necesarios, por lo cual, el estatus político de Puerto Rico debería ser reevaluado.

## ***1.6. Conclusiones***

A través del análisis presentado de los distintos periodos, se puede apreciar que la economía de Puerto Rico es afectada significativamente por su relación con Estados Unidos. Las industrias predominantes desde principios de siglo fueron las agrícolas (café, azúcar y tabaco), lo cual cambió luego de la década de los años cuarenta con los sucesos en el ámbito mundial y su efecto en las estrategias de desarrollo económico para Puerto Rico. La industria manufacturera pasó a ser la principal en el desarrollo de la Isla. Los sectores que han aumentado de importancia en la economía de la Isla han sido la construcción y los servicios, lo cual se refleja en el aumento de su participación en la producción y el empleo, y en sus relaciones con el resto de la economía.

A pesar de que del año 1976 en adelante, con la Sección 936, se trata de reactivar la economía de la Isla, esta ha permanecido en un largo periodo de estancamiento e inestabilidad. Gran parte de los beneficios han sido recibidos por la inversión externa en la Isla, por lo cual también han sido repatriados en forma de ganancias. Aunque el nivel de vida de los puertorriqueños no se ha afectado significativamente, ya que el impacto negativo que pudo haber tenido lo anterior se compensó, de alguna u otra forma, por las transferencias federales y el endeudamiento.

Se han propuesto modelos alternos a los establecidos hasta el presente y todos están de acuerdo en que para el desarrollo económico es necesario disminuir la dependencia y otorgar mayores beneficios al capital nacional. Esto será estudiado a través de esta tesis y se podrán sugerir recomendaciones para el desarrollo de largo plazo.

## **CAPÍTULO II**

# **ANÁLISIS CUALITATIVO DE INSUMO-PRODUCTO PARA EL CAMBIO ESTRUCTURAL DE LA ECONOMÍA DE PUERTO RICO Y SU COMERCIO INTERREGIONAL**

## **II.1. Introducción**

En este capítulo se estudia la estructura productiva de la economía de Puerto Rico a base del análisis cualitativo de insumo-producto. Esto permitirá conocer las relaciones interindustriales e intraindustriales más importantes del sistema productivo (grupos industriales<sup>1</sup>) mediante la demanda de insumos intermedios. De esta manera, se podrán señalar algunas características importantes de dichas relaciones e identificar el núcleo del sistema productivo, además de su cambio a través del tiempo.

El propósito del análisis de la estructura productiva es conocer la composición de su núcleo en el ámbito de las transacciones totales e internas y de las exportaciones. Se hace énfasis en dos elementos importantes. El primero se basa en las diferencias y similitudes de las estructuras de Puerto Rico y Estados Unidos, lo que ayuda a entender el comercio entre ambos sistemas. Además, sirve de marco de referencia para la aplicación del modelo interregional del cuarto capítulo. La segunda es identificar las relaciones sectoriales significativas.

La importancia del insumo-producto cualitativo no sólo estriba en el análisis estructural, sino también en la determinación y las implicaciones de la política económica. Es decir, se pueden determinar cuáles son los sectores con un mayor efecto sobre el sistema para considerarlos al implantar algún tipo de política industrial. Aunque el análisis cuantitativo permite este tipo de interpretación, el cualitativo reconoce todos los niveles de relaciones indirectas y, por lo tanto, se extiende el análisis.

Al estudiar las distintas metodologías para determinar las relaciones significativas del sistema, la de los coeficientes importantes resultó ser la más idónea por su determinación endógena y su sencillez en la aplicación. Su aplicación se extiende al comercio

---

<sup>1</sup> Los grupos industriales (o "clusters", como se les conoce en inglés) son sectores conectados por flujos de bienes y servicios más fuertes que aquellos que los conectan con el resto de los sectores de la economía nacional (Czamanski y Ablas, 1979).

interregional. Por lo tanto, no se aplicará sólo a la matriz de transacciones totales de Puerto Rico, sino también a la de transacciones internas y a las de exportaciones hacia Estados Unidos. De esta manera, se identifican los vínculos internos y externos más importantes del sistema para cada año (1972, 1977, 1982 y 1987). Otra aportación estriba en la aplicación del análisis cualitativo de insumo-producto a la economía de Puerto Rico, ya que sólo se han hecho estudios en su versión cuantitativa.

En la siguiente sección del capítulo se justifica la utilización del insumo-producto como metodología básica en la tesis y se explican sus elementos más importantes. En la sección II.3 se revisa la literatura en cuanto al insumo-producto cualitativo y los coeficientes importantes. Los resultados y sus análisis se presentan en la sección II.4 y las conclusiones en la II.5.

## ***II.2. Modelo de insumo-producto***

Para la selección del modelo regional a utilizarse se consideraron ciertas características basadas en los siguientes elementos: el nivel de complejidad, el tamaño y tipo de región, el tipo de problema y los supuestos utilizados (West, 1995). El primer elemento, el nivel de complejidad, es importante ya que pueden existir modelos muy complejos que conduzcan a resultados tan confiables como los de modelos más sencillos<sup>2</sup>. Entonces, es necesario considerar el costo de oportunidad relacionado a la complejidad del modelo, como el tamaño y la accesibilidad de la base de datos a utilizarse. Los modelos de insumo-producto utilizados en los Capítulos 2, 3 y 4 permiten demostrar la hipótesis planteada y no son de gran complejidad, lo que representa una ventaja en términos del manejo de la base de datos requerida para su aplicación.

---

<sup>2</sup> Mientras hay unos muy complejos como el INFORUM (Almon, 1991), el REMI (Treyz, 1993) y el ORANI (utilizado en Australia) (Dixon, 1982), existen otros de menor complejidad.



El tamaño de la región y sus características también son importantes al seleccionar el modelo. Se puede pensar que mientras mayor sea la región, más complejo debería ser el modelo. Sin embargo, lo correcto es escogerlo en términos de sus características y no de su tamaño (por ejemplo, si es una región rural o urbana). Puerto Rico se caracteriza por ser una región pequeña con relación al resto del mundo, e incluso a Estados Unidos; posee una economía muy abierta<sup>3</sup> en términos de su comercio con el exterior (importaciones y exportaciones); y no tiene efecto significativo en la determinación de los precios internacionales. Con dichas características, es admisible la utilización del insumo-producto para su estudio.

Cada modelo contiene ciertas características que lo hacen aplicable sólo a algunas situaciones. Lo ideal es hacer los modelos a la medida del problema bajo consideración, pero el costo y el tiempo asociados a su construcción hacen esta tarea muy difícil. Por lo tanto, el tipo de problema determinará en cierta medida qué modelo utilizar y su adaptación a una situación específica. En el caso de esta investigación, el modelo de insumo-producto provee las herramientas cuantitativas y cualitativas necesarias para lidiar con problemas regionales, específicamente con el análisis de dependencia económica y cambio estructural.

Considerando los elementos explicados y los objetivos de esta investigación, se decidió utilizar el modelo de insumo-producto. Este posee las ventajas de brindar información sectorial y/o agregada; sirve como herramienta descriptiva de la economía estudiada y es indispensable como base para modelos extendidos y procedimientos más complejos. Además, cumple con los requisitos teóricos y de aplicación para llevar a cabo los objetivos propuestos. En el ámbito cualitativo, provee la base de datos sectorial necesaria para la construcción de las gráficas y, en el ámbito cuantitativo, las aplicaciones

---

<sup>3</sup> Es una economía abierta en el sentido en que sus importaciones y exportaciones representan una proporción alta de su ingreso nacional, al menos un 25 por ciento (Temple, 1994). En la última década, en Puerto Rico las importaciones sobrepasaron el 70 por ciento del ingreso nacional y las exportaciones el 80 por ciento (véase Cuadro A.6 y Gráfica A.6 del Apéndice A).

regionales que pueden ser adaptadas para el análisis en cuestión. Esto no significa que no posea desventajas, entre las cuales pueden mencionarse las funciones de producción lineales, los rendimientos a escala constantes, las funciones de consumo homogéneas y la rigidez de precios (Rey, 1999; Rose 1989 y 1995).

Existen otros modelos que pueden ser utilizados para el análisis regional, como la econometría espacial, los que integran insumo-producto y econometría, los de equilibrio general computable y los gravitacionales, entre otros<sup>4</sup>. La econometría espacial se refiere a la aplicación de los modelos econométricos de series de tiempo al análisis de distintos espacios o regiones (Suriñach, Artís, López y Sansó, 1995). Éstos requieren de series de datos extensas y el modelador es responsable de las especificaciones teóricas; mientras que en el modelo de insumo-producto la base teórica es inseparable del marco. Aunque ambos modelos se utilizan en el análisis macroeconómico, existe una diferencia importante en términos regionales. El insumo-producto supone equilibrio general, pero la econometría analiza las regiones en un contexto de desequilibrio o equilibrio parcial, donde el enfoque es en el ajuste dinámico de la senda de la economía por choques exógenos. A pesar de esto, ambos tienen solución por el lado de la demanda cuando se aplican en el ámbito regional (Rey, 1999). Frente a la econometría espacial, el insumo-producto posee la ventaja de la desagregación sectorial, lo cual es muy importante para esta investigación.

La razón principal para la integración de la econometría y el insumo-producto lo fueron las diferencias teóricas, especialmente la rigidez de precios en el segundo. La ventaja principal de los modelos integrados de insumo-producto y econometría<sup>5</sup> es el análisis dinámico. Utilizan las técnicas de series de tiempo para describir la relación entre

---

<sup>4</sup> Se consideran los modelos mencionados, ya que son los que generalmente se utilizan en el análisis regional.

<sup>5</sup> Se les llama integrados porque consideran más de un proceso en el contexto regional, interacciones entre varias disciplinas, escalas espaciales múltiples y/o más de un modelo metodológico dentro del mismo marco analítico (Rey, 1999).

variables claves a través del tiempo, lo cual provee la estructura dinámica al análisis. A pesar de que la integración de los modelos provee ventajas, también presenta varias desventajas en su aplicación. La primordial es que se supone que los coeficientes son parámetros fijos sin ningún tipo de incertidumbre asociada, en contraste, los modelos econométricos involucran incertidumbre. En el ámbito regional, es más complicado por el potencial de cambio en las relaciones comerciales (Okuyama, Hewings, Sonis e Israilevich, 2000). La manera en que se han combinado estas dos perspectivas ha derivado en problemas metodológicos (Rey, 1999). Por lo cual, se decidió llevar a cabo un análisis de estática comparativa basado en el modelo de insumo-producto.

Otro tipo de modelo comúnmente utilizado en el análisis regional es el gravitacional, el cual tiene su base en la Ley de gravedad de Newton<sup>6</sup>. Estos modelos han sido una construcción del trabajo interdisciplinario entre economistas y geógrafos, los cuales utilizaron la gravedad para explicar las interacciones espaciales de los humanos. A pesar de que su desarrollo ocurrió a partir de finales de la década de los cuarenta (Stewart, 1948; Zipf, 1949 y Dodd, 1950), en el 1858 H. C. Carey hizo los primeros acercamientos en su trabajo: *The Principles of Social Science* (Batten y Boyce, 1986). En general, los modelos gravitacionales facilitan la explicación y predicción de patrones de interacción humana y económica a través del espacio geográfico. Han sido refinados en su forma funcional, la definición de distancia económica y los costos de transporte, entre otras cosas.

Los costos de transporte son un elemento importante en la construcción de estos modelos, pues la distancia es una de las variables principales en el análisis. Es decir, que al haber distancia entre las regiones en cuestión, el comercio depende, en parte, de los costos de transporte. Su análisis ha sido extendido a los modelos interregionales de insumo-producto. Sin embargo, en esta tesis no se consideran, debido a que en Puerto Rico éstos

---

<sup>6</sup> La Ley de la gravedad de Newton establece que la fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional a sus respectivas masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas.

están definidos por las leyes de cabotaje establecidas en la Ley Jones, en la cual se impone la utilización de barcos con banderas estadounidenses en el transporte marítimo.

El modelo de equilibrio general computable es de optimización; es decir, muestra una solución óptima sobre la base de la respuesta de cierto grupo de variables endógenas al ocurrir un choque exógeno. Posee las ventajas de que puede ser restringido por el lado de la oferta, que su solución es en términos de precios y cantidades y que puede ser no-lineal. Los modelos de insumo-producto y equilibrio general computable tienen una estrecha relación entre sí, aunque se puede decir que el primero es un caso especial del segundo, particularmente bajo el supuesto de un “país pequeño” (West, 1995; Dervis, 1982; MacGregor y Swales, 1994). Lo que quiere decir que mientras más pequeña sea la región con relación al resto del mundo, más abierta será la economía y menor será el efecto de los productores locales en los precios y la oferta de afuera de la región. Considerando lo anterior y las características de Puerto Rico, es correcto utilizar el modelo de insumo-producto como herramienta para su estudio.

Es necesaria entonces una descripción más detallada de dicho modelo. Sus fundamentos fueron desarrollados por Wassily Leontief (1936) y su base teórica es la neoclásica, específicamente la de equilibrio general, según lo menciona el mismo Leontief en su primera edición del libro Input-Output Economics:

*“La técnica de insumo-producto es una adaptación de la teoría neoclásica del equilibrio general al estudio empírico de la interdependencia cuantitativa entre actividades económicas relacionadas.”* (Leontief, 1966b)

Según Leontief (1966b), un modelo cuantitativo tiene que basarse en una teoría que se relacione con el objeto de estudio<sup>7</sup>. Para la interdependencia entre unidades de producción y consumo de una nación, región o de todo el mundo la teoría que mejor se amolda es la de equilibrio general (Leontief, 1966b). Puede asumirse equilibrio general en el análisis de la interdependencia de las unidades productivas y de consumo de una nación. El modelo más sencillo de equilibrio general explica cómo se determinan las compras y ventas de todos los bienes y servicios de unidades individuales y los precios a los cuales se intercambian (Noriega, 1994; Arrow y Hahn, 1971; Quirk y Saposnik, 1968). Dicha explicación puede ser representada matemáticamente con un sistema de ecuaciones lineales.

El modelo de insumo-producto es un análisis interindustrial que mide las conexiones entre los sectores productores y consumidores de una economía dada (Ruiz, 1989). Es un sistema de ecuaciones lineales que tiene como propósito general describir la distribución de la producción de bienes y servicios de una industria entre los distintos sectores de la economía. Este análisis de la actividad sectorial se hace para un periodo de tiempo dado y una región específica.

El origen del análisis interindustrial surge de la Tabla Económica de Francois Quesnay de 1758. Quesnay hizo un análisis circular de la economía representada por tres sectores: el agrícola, el artesanal y el terrateniente (Landreth y Colander, 1994). El sector agrícola era el único sector productivo y generador de excedente, contrario a los otros dos sectores. No había sector extranjero ni gubernamental. La interrelación de los sectores comenzaba con un producto neto que poseían los terratenientes y que era pagado al sector agrícola en forma de renta.

---

<sup>7</sup> Por ejemplo, en un modelo la relación entre oligopolios y monopolios el análisis no puede basarse en una teoría que asuma competencia perfecta.

Lo que intentó hacer Leontief fue, básicamente, lo mismo pero con más sectores y un marco analítico de equilibrio general. El análisis de insumo-producto desarrollado por Leontief surge de una preocupación por combinar la teoría con los hechos reales de la economía, en este caso la interindustrial:

*“Este artículo se refiere al esfuerzo de combinar los hechos económicos y la teoría conocida como análisis interindustrial o de insumo-producto.”*

(Leontief, 1966b)

Según Leontief (1966b), muchos economistas tienen como interés primordial estudiar el comportamiento de ciertas variables económicas (como precios y salarios), pero detrás de sus fluctuaciones hay muchas transacciones entre individuos que deben ser analizadas. Con el modelo de insumo-producto se intenta agrupar a los individuos en sectores y analizar las transacciones entre ellos, para entender el comportamiento de otras variables en el sistema económico.

En el modelo, cada sector de la economía es considerado como productor y consumidor de bienes y servicios. Como productor, cada uno producirá insumos y bienes finales. Como consumidor, cada sector consumirá insumos intermedios necesarios para el proceso de producción de los demás sectores de la economía y de él mismo (demanda intermedia), también demandará otros factores como trabajo (valor agregado).

El modelo se divide en dos partes: una endógena y otra exógena (Ruiz, 1989). La primera está representada por una matriz intersectorial. La parte exógena está representada por la demanda final y el valor agregado. La demanda final está compuesta por los consumidores, los inversionistas, el gobierno y el sector externo (pueden ser exportaciones brutas o netas). El valor agregado está compuesto por los pagos a los factores de producción: salarios, intereses, ganancias y renta, y por las importaciones, de no utilizarse exportaciones netas. Además de mostrar las relaciones entre insumo y

producto y entre industrias, el modelo puede medir el efecto que tendría algún cambio de las variables exógenas sobre la producción o ingreso de la economía. Las variables exógenas pueden hacerse endógenas para ver su efecto directo en los sectores, a esto se le llama cerrar el modelo (Miller y Blair, 1985).

Este sistema contable puede ser representado en ecuaciones lineales o matrices. En su forma matricial las filas representan las ventas de insumos de cada sector a los demás y a sí mismo; es decir, la demanda intermedia. Las columnas representan las compras de insumos que un sector realiza de los demás y a sí mismo. La suma de las filas debe ser igual a la de las columnas al incluir la demanda final y el valor agregado, ya que el valor de la producción de un sector debe ser igual a su gasto total.

De lo anterior se deriva que la producción debe ser igual a la demanda intermedia más la final, y que el gasto total debe ser igual a los insumos intermedios más el valor agregado. Esto es equivalente a decir que en el equilibrio, ningún productor obtiene ganancias y que no hay exceso de oferta para ninguna mercancía producida (Aroche, 1993).

Los supuestos utilizados por Leontief describen la economía hipotética utilizada para el desarrollo de su modelo (Ruiz, 1989). Su estructura podría ser definida por la manera en que se utilizan recursos escasos para producir varios bienes:

*“En un sentido, la estructura de la economía, como se define en este modelo, es simplemente un método de transformar los recursos escasos en varios productos.”* (Eckstein, 1954)

Uno de los supuestos es el de identidad de la industria. Se producen  $N$  mercancías, cada una de ellas producida por una industria distinta, por lo cual también hay  $N$  industrias. Cada empresa en una industria produce una mercancía y la suma de esas mercancías es el producto de la industria. Se puede decir que una industria se define por la técnica que

utiliza o por la mercancía que produce. El modelo no acepta sustitución de los factores, distintas técnicas o producción conjunta. Cada técnica se expresa como una función de producción lineal homogénea de grado uno, lo cual implica rendimientos a escala constantes (Aroche, 1993).

Otro supuesto es el de homogeneidad del producto. Los productos en cada una de las empresas deben tener las mismas características. Para eso, todas las empresas de una industria tienen que utilizar el mismo proceso de producción, hay  $N$  procesos. También, se supone que para producir una unidad de la mercancía cada proceso de producción dura un periodo. La mercancía puede ser utilizada como insumo en el proceso de producción o como bien de consumo en la demanda final.

El nivel de producción en cada industria puede determinarse por el lado de la demanda o por el de la oferta. En el caso de la determinación por el lado de la demanda, la oferta es elástica respecto a la demanda, entonces la demanda determina la proporción en la que se utilizará cada insumo, si la tecnología está dada. Por el lado de la oferta, cada productor decide el nivel de ingreso deseado, el cual iguala el valor de la producción y determina el nivel de ventas en cada industria. Entonces se dice que la demanda es elástica respecto a la oferta (Aroche, 1993).

Otro supuesto es que los coeficientes técnicos tienen que ser constantes. Los coeficientes técnicos son las proporciones de los insumos de los otros sectores que utiliza un sector en la producción de su mercancía. Su cálculo se lleva a cabo a partir de la matriz de transacciones ( $T$ ), la cual muestra los flujos de insumos entre las industrias, en términos monetarios:



$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Se obtiene la matriz de coeficientes tecnológicos dividiendo cada uno de los elementos de las columnas de ( $T$ ) entre la producción ( $x$ ) de dicho sector:

$$x' = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n] \quad (2.2)$$

es decir, lo que el sector  $j$  le compra al  $i$  entre la producción del primero. Cada coeficiente técnico será el mismo para cada unidad de producción de una industria, pero estos pueden variar a través del tiempo. A la matriz de coeficientes técnicos ( $A$ ) también se le conoce como la matriz de requisitos directos por dólar de producción (Ruiz, 1989). Después de la matriz de transacciones esta es la segunda matriz fundamental del modelo:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{t_{11}}{x_1} & \frac{t_{12}}{x_2} & \dots & \frac{t_{1n}}{x_n} \\ \frac{t_{21}}{x_1} & \frac{t_{22}}{x_2} & \dots & \frac{t_{2n}}{x_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{t_{n1}}{x_1} & \frac{t_{n2}}{x_2} & \dots & \frac{t_{nn}}{x_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Cada elemento de la matriz  $A$ ,  $a_{ij}$ , representa la proporción de la mercancía del sector  $i$  utilizada como insumo en la producción de una unidad de la mercancía del sector  $j$ .

Al multiplicar la matriz de coeficientes técnicos ( $A$ ) por el vector de producción ( $x$ ) y restársele a la producción de cada sector ( $x_i$ ), se obtiene como resultado el vector de demanda final ( $f$ ). El mismo puede expresarse de la siguiente manera:

$$x - Ax = f \quad (2.4).$$

Al factorizar por  $x$  en (2.4), se obtiene:

$$(I - A)x = f \quad (2.5)$$

donde  $I$  es la matriz identidad.

Para solucionar el modelo por la producción hay que calcular la inversa de la matriz  $(I - A)$ . A la matriz  $(I - A)^{-1}$  se le conoce como la matriz inversa de Leontief y sus elementos  $(\alpha_{ij})$  representan los requisitos directos e indirectos de consumo por unidad de producción. Esta matriz representa las proporciones que se necesitan del sistema económico para suplir la demanda final. Si esas proporciones se multiplican por la demanda final se obtiene la producción total necesaria para satisfacerla, lo cual puede representarse algebraicamente de la siguiente manera:

$$x = (I - A)^{-1} f \quad (2.6)$$

El modelo de insumo-producto desarrollado por Leontief parece ser uno sencillo, pero considerando la época, hubo varios factores que limitaron su desarrollo (Dorfman, 1995), entre ellos la dificultad de la recopilación de los datos y la manera de calcular las ecuaciones lineales. El cálculo se hacía manual, aunque luego John Wilbur del Massachusetts Institute of Technology (MIT) diseñó una computadora que podía resolver sistemas lineales de, al menos, nueve ecuaciones en tres o cuatro horas, lo que le facilitó el trabajo a Leontief pero le hizo disminuir el tamaño de sus matrices.

El modelo de insumo-producto se ha desarrollado ampliamente desde la década de los cuarenta. Además, en las últimas décadas ha habido un desarrollo espectacular en la

tecnología y se han creado computadoras más rápidas y con mayor capacidad. Estos adelantos, además de los econométricos, han facilitado la manera de resolver modelos no lineales y más complicados. Según algunos autores (Augusztinovics, 1995; Dorfman, 1995; Rose, 1995), los modelos multisectoriales más complicados parten del de insumo-producto de Leontief y han sido aplicados a muchas áreas como: cambio estructural y tecnológico, migración, impactos raciales étnicos, estudios ambientales, estudios regionales, desarrollo económico y planificación, energía y recursos naturales, entre otros.

### ***II.3. El análisis cualitativo de insumo-producto***

El modelo de insumo-producto no sólo se ha desarrollado en términos cuantitativos, sino también cualitativamente. El razonamiento cualitativo surge de la física, bajo el área de la inteligencia artificial (Bon, 1989). Su aplicación a la economía comenzó a partir de la década de los setenta y los primeros en utilizarla para el análisis de la estructura productiva lo fueron Czayka (1972), Lantner (1972), Gazon (1976) y Schnabl y Holub (1979, 1985)

A pesar de que el análisis cuantitativo permite relacionar las cantidades individuales, el cualitativo intenta ilustrar la estructura de interdependencia en una economía. La diferencia principal entre ambos es la información que el investigador desee resaltar (Schnabl, 1995). El análisis cualitativo de insumo-producto (QIOA, por sus siglas en inglés) brinda la ventaja de poder estudiar la estructura productiva en el caso en que la información numérica es poca o difícil de conseguir, según Bon (1989, pág. 222) cita a Forbus (1985, pág. 164). Aunque este último hace la aclaración de que la construcción de modelos en la economía es más difícil que en la física, dado los cambios estructurales a través del tiempo.

El QIOA emplea la teoría de gráficas dirigidas o digráficas (Harary, 1965, Busacker y Saaty, 1965). A partir de la información brindada en la matriz de coeficientes

tecnológicos o en la de transacciones, se construye una matriz de adyacencias o binaria y se le asocia una gráfica dirigida. Por un lado, la matriz de adyacencias recoge las relaciones significativas del sistema y las sustituye por unos y ceros (por lo que también se le llama matriz binaria), donde los unos representan las relaciones significativas y los ceros ayudan a prescindir de las demás. Por otro lado, la digráfica muestra la estructura de la economía en términos de los flujos de insumos intermedios que realizan las industrias que forman el núcleo productivo<sup>8</sup>. Visto a través del tiempo, se puede analizar el cambio estructural.

### II.3.a. La matriz binaria

Matemáticamente, una matriz de adyacencias se puede definir de la siguiente manera: Siendo  $G$  una gráfica de orden  $p$  con vértices definidos por  $v_1, v_2, \dots, v_p$ . Entonces, la matriz de adyacencias  $W = W(G) = [w_{ij}]$ , es aquella matriz  $p \times p$  en la cual  $w_{ij}=1$  si  $v_i$  y  $v_j$  son adyacentes, de lo contrario,  $w_{ij}=0$ . Entonces, la matriz  $W$  es una matriz binaria (todas las entradas de la matriz son 0's o 1's); la diagonal principal de  $W$  consiste por completo de ceros ( $w_{ii}=0$  para  $i=1, 2, \dots, p$ ); y  $W$  es simétrica ( $w_{ij}=w_{ji}$  para  $1 \leq i \leq p$  y  $1 \leq j \leq p$ ) (Chartrand, 1977).

Según la teoría de gráficas (Chartrand 1977), una matriz de adyacencias es otra representación de la información contenida en la gráfica. La ventaja de la construcción de la matriz de adyacencias es que se puede manejar la información utilizando teoría matricial (álgebra booleana en este caso), y la desventaja es que se pierde el aspecto visual de la gráfica. En el caso del insumo-producto cualitativo, esa desventaja no está presente, ya que el punto de partida para la construcción de la matriz de adyacencias no es

---

<sup>8</sup> Czamanski y Ablás (1979) hacen una revisión de catorce estudios respecto a la identificación de grupos y complejos industriales, en el cual comparan métodos y resultados. Algunas críticas a los métodos para estimar empíricamente los complejos industriales y su análisis pueden ser encontradas en Howe (1991) y Latham (1976).

la gráfica, sino todo lo contrario, la gráfica se construye a partir de la información contenida en la matriz de adyacencias. Esto las hace complementarias en el análisis.

En el insumo-producto cualitativo, la construcción de la matriz de adyacencias se lleva a cabo mediante la aplicación de filtros ( $f$ ) a las relaciones presentadas en la matriz de coeficientes tecnológicos ( $A$ ). Se ha determinado que la aplicación de filtros a la matriz de transacciones ( $T$ ) es incorrecta, ya que las transacciones se presentan en términos absolutos (monetarios) y no proporcionales, como se hace en  $A$  (De Mesnard, 1995). El filtro permite diferenciar las relaciones significativas de las no significativas dentro del sistema productivo. Es decir, que la matriz binaria ( $W$ ) asociada a  $A$  está compuesta de unos y ceros, donde al ser  $w_{ij}=1$  la relación de  $i$  con  $j$  es significativa y, en el caso en que  $w_{ij}=0$ , no lo es.

La construcción de la matriz binaria puede hacerse para las relaciones a todos los niveles; es decir, las directas y las indirectas. Puede asociarse una binaria ( $W$ ) a las relaciones directas partiendo de  $A$  y calcular con álgebra booleana<sup>9</sup> las de los otros niveles, sobre la base de la multiplicación de  $W$  por ella misma:

$$W^2 = WW, W^3 = WW^2, \dots, W^k = WW^{k-1} \quad (2.7)$$

Donde  $W^2$  es la binaria correspondiente a  $A^2$ ,  $W^3$  a  $A^3$  y así sucesivamente hasta  $W^k$  y  $A^k$ . Matemáticamente,  $W$  es la matriz de adyacencias de una gráfica  $G$ , donde  $V(G)=\{v_1, v_2, \dots, v_p\}$ . Entonces, la entrada  $(i, j)$  de  $W^n$ ,  $n \geq 1$ , es el número de diferentes caminos  $v_i-v_j$  de longitud  $n$  en  $G$  (Chartrand, 1977).

---

<sup>9</sup> El álgebra booleana fue desarrollada por el matemático inglés George Boole a partir del 1854. Este aproximó la lógica a una nueva dirección reduciéndola a un álgebra simple, incorporando lógica en las matemáticas. Es un sistema matemático deductivo centrado en los valores cero y uno. Los teoremas del álgebra booleana (entre los cuales se encuentran los Teoremas de DeMorgan) pueden ser demostrados a partir de ciertos postulados.

Esta técnica es utilizada por muchos autores (Czayka, Schnabl, Holub, Drejer, Aroche), pero ha sido criticada por De Mesnard (1995). Este señala básicamente dos puntos, el primero es que al utilizar álgebra booleana para el cálculo de las matrices de adyacencias se puede incurrir en el error de asumir transitividad en las relaciones<sup>10</sup>. Es decir, si la matriz  $A$  y su adyacente correspondiente,  $W$ , muestran que existe una relación directa significativa de  $i$  con  $j$  y de  $j$  con  $l$ , al multiplicar con álgebra booleana  $W$  por ella misma para obtener  $W^2$ , la última mostrará una relación indirecta significativa entre  $i$  y  $l$ . La relación indirecta entre  $i$  y  $l$  puede no existir o no ser significativa, lo cual puede corroborarse mediante  $A^2$ . Entonces, asumir ese tipo de relación sobre la base del cálculo de las binarias con álgebra booleana es incorrecto, ya que pueden presentarse relaciones significativas donde no existen o, no significativas, cuando lo son. Esto llevaría a la segunda crítica, la pérdida de información, la cual ocurre cuando se asumen, no significativas, relaciones que lo son.

La utilización de filtros no conduce a tales errores, sino el álgebra booleana. Por lo cual, De Mesnard recomienda que a cada matriz de coeficientes directos e indirectos ( $A, A^2, A^3, \dots, A^k$ ) se le asocie una matriz binaria ( $Z, Z^2, Z^3, \dots, Z^k$ ), pero la magnitud del filtro debe variar, ya que la magnitud de los elementos de cada matriz disminuye al elevar  $A$  a un exponente mayor.

Según Schnabl (1995), “el valor del filtro es un factor decisivo, ya que su nivel finalmente determina la estructura de la matriz de adyacencias”, por lo cual, cambios en su valor pueden alterar la estructura observada. Lo primordial es que el valor del filtro sea tal que se eliminen los flujos no esenciales y permita el análisis de las relaciones indirectas. Con un filtro alto se obtiene una buena estructuración de las relaciones directas, pero elimina muchas de las indirectas; y un filtro bajo permite un análisis

---

<sup>10</sup> Para esa demostración véase De Mesnard, 1995.

profundo de los flujos indirectos, pero brinda información superficial de los niveles iniciales (Schnabl, 1994, 1995).

Lo más simple en la construcción de una binaria es que al  $a_{ij}$  ser positivo se sustituya por un 1 y por 0 si es igual a 0. En ese caso el criterio de selección de las relaciones significativas es mínimo. Luego, la técnica de los filtros se hizo más compleja. Generalmente, al ser  $a_{ij} \geq \text{filtro}$  se sustituye por uno y en el caso en que  $a_{ij} < \text{filtro}$  se reemplaza por un 0. Yan y Ames (1965) fueron de los primeros en intentar la construcción de la binaria directamente de la matriz de coeficientes. El cálculo de las demás binarias lo hacían a partir de una serie exponencial de la matriz binaria de A, técnica criticada por De Mesnard (1995). Blin y Murphy (1974) reformularon la técnica de Yan y Ames y estudiaron las relaciones directas e indirectas de la matriz inversa de Leontief, pero fracasaron en su intento de encontrar el núcleo, ya que es difícil encontrar ceros en la inversa (Gosh y Roy, 1998).

Esas fallas llevaron al desarrollo de medidas de naturaleza cuantitativa para ser incorporadas a los métodos cualitativos. Entonces, surgieron valores críticos como filtros para la binarización de las matrices. Los primeros eran construidos con información exógena. Por ejemplo, Aroche (1993) utiliza como filtro el valor  $1/n$ , donde  $n$  es el número de industrias y el criterio para ordenar los sectores en niveles es en relación con la demanda final. Pero, en trabajos más recientes, se recalca la importancia de utilizar información endógena para su construcción; entre estos se encuentran los coeficientes importantes (Aroche, 1996), el análisis de flujo mínimo (MFA, por sus siglas en inglés) (Schnabl 1994) y el criterio de importancia de la inversa (Cassetti, 1995), entre otros. A pesar de la existencia de otros métodos para el estudio de las relaciones más importantes en la economía (triangularización de la matriz, el principio de superposición, el circuito jerárquico de retroalimentación y el método de extracción hipotética), los anteriores están más relacionados con el análisis cualitativo.

El MFA, desarrollado por Schnabl (1994), es un algoritmo utilizado para diferenciar las relaciones más importantes del sistema productivo basándose en la información provista por la matriz de transacciones. Este método ha sido aplicado por Schnabl en varios artículos (1995, 2000)<sup>11</sup> y por otros autores como Drejer (2000)<sup>12</sup>, pero ha sido criticado en dos aspectos. El primero es la utilización de la matriz de transacciones para el cálculo de la matriz binaria. Según De Mesnard (1996), la serie exponencial de T no tiene significado económico y el filtro utilizado para construir la binaria tendría que ser en dólares y no en por ciento, razón por la cual se utiliza la matriz A en otros trabajos. Casseti (1995) hace la misma crítica, pero añade que el filtro utilizado en MFA carece de interpretación en su magnitud y proceso de selección. En los trabajos de Schnabl (1994, 1995 y 2000) y la aplicación de Drejer (2000) se establece que la selección del filtro se hace sobre la base de la técnica de ensayo y error, sustentando de esta manera la crítica que hiciera Casseti.

La técnica desarrollada por Casseti (1995) se basa en el criterio de la inversa para elegir los coeficientes más importantes. Calcula un algoritmo que le sirve como filtro para eliminar las relaciones menos significativas y, con las más significativas, expresar el núcleo de la estructura productiva en una digráfica. Él calcula matrices representativas de A y, sobre la base de ellas, lleva a cabo un análisis de multiplicadores que le conduce a elegir cuál de todas es la más representativa. A cada matriz le asocia un nivel de representatividad ( $\alpha$ ), el cual sirve como filtro para escoger las relaciones significativas en cada uno de los niveles. Luego analiza las matrices binarias y su digráfica. La desventaja es que, aunque los coeficientes representativos sean pocos, las inversiones de matrices que tienen que llevarse a cabo para calcular los multiplicadores son demasiadas. En la aplicación que hace en el artículo mencionado hubiese tenido que calcular 215 millones de inversas. Estos cálculos disminuyeron con la utilización de un procedimiento

---

<sup>11</sup> En Schnabl (1995) se aplica el MFA para el análisis estructural de la economía Alemana y en el artículo del 2000 hace un análisis comparativo entre Alemania, Japón y Estados Unidos.

<sup>12</sup> Drejer (2000) aplica el MFA a Alemania, Inglaterra, Japón y Estados Unidos para comparar las estructuras de sus Sistemas Nacionales de Innovación.



desarrollado por Sherman y Morrison (1950) y Metzler (1951), pero su aplicación sigue siendo muy larga.

Los coeficientes importantes representan una mejor opción para la selección de las relaciones significativas del sistema. Dichos coeficientes no son nuevos, su definición se deriva del algoritmo de Sherman y Morrison (1950) (el mismo utilizado por Casseti, 1995). Este algoritmo fue reformulado por Sekulik (1968), Jilek (1971)<sup>13</sup> y Schintke y Stäglin (1988)<sup>14</sup> para alcanzar los límites de tolerancia. Estos se basan en el cálculo de la cantidad necesaria de la perturbación de los requisitos directos para efectuar un cambio de un por ciento en la producción de un sector específico (Lahr, 1998). Aroche (1996) expande la utilización de los coeficientes importantes al análisis gráfico, con el propósito de utilizar la información endógena que proveen para la construcción de la matriz binaria. En ese artículo analiza el cambio estructural de la economía mexicana para los años 1970, 1975 y 1980. Otra aplicación puede verse en Ghosh y Roy (1998)<sup>15</sup>.

Se escogió esta técnica por dos razones, la primera es que utiliza información endógena para escoger las relaciones significativas del sistema. La otra es que se obtienen resultados confiables mediante una técnica bastante sencilla. Su propósito es reconocer las relaciones significativas del sistema y representarlas gráficamente. Los coeficientes importantes relacionan a la matriz A con la inversa de Leontief, ya que consideran no sólo las relaciones directas entre los sectores, sino también las indirectas. Los sectores que se relacionan a través de trayectorias muy largas son importantes para la economía en el sentido en que sus transacciones afectan a muchos otros sectores. Por lo tanto, un coeficiente importante aparecerá en el caso en que existan largas trayectorias de vínculos

---

<sup>13</sup> Mostró analítica y empíricamente que la magnitud de los coeficientes directos es crítica al determinar su capacidad de efectuar un cambio considerable en la producción sectorial (Lahr, 1998).

<sup>14</sup> Extendieron el análisis de Yershof (1965) acerca de la medida de los límites de tolerancia para investigar en cuánto necesita ser perturbada la tecnología de un sector para efectuar un cambio porcentual estipulado en la producción del sector (Lahr, 1998).

<sup>15</sup> Ghosh y Roy (1998) llevan a cabo una aplicación de los coeficientes importantes para el análisis estructural de la economía de la India en los años 1983-84 y 1989-90.

indirectos (Aroche, 1996). Hay que señalar, entonces, que la importancia de un coeficiente no está relacionada a su tamaño, sino a su posición en la matriz.

El cálculo de los límites de tolerancia ( $r_{ij}$ ) de los  $a_{ij}$  representa en qué proporción debe cambiar el coeficiente técnico para que la producción de cualquier sector que se relaciona con este varíe, al menos, en un por ciento, manteniendo constante la demanda final (Aroche, 1996). Su ecuación es:

$$r_{ij} = 1/\{a_{ij} [\alpha_{ji} + (\alpha_{ij}/\tau_i) \tau_j]\} \quad (2.8)$$

donde  $a_{ij}$  es el coeficiente directo,  $\alpha_{ji}$  es la entrada correspondiente en la matriz inversa de Leontief y  $\tau_i$  y  $\tau_j$  son los valores de producción bruta correspondiente al sector señalado (Aroche, 1996). Básicamente, es un análisis de sensibilidad de la producción frente a cambios en los  $a_{ij}$ 's. Los coeficientes importantes serán aquellos que tengan que variar muy poco para provocar cambios en la producción de los sectores relacionados. Según la literatura (Aroche, 1996 y Gosh y Roy, 1998), el límite de tolerancia ha sido designado como 20 por ciento ( $r_{ij} \leq 20$ ). Es decir, que los coeficientes importantes serán los que varíen en un 20 por ciento o menos y provoquen cambios en la producción de otros sectores en, al menos, 1 por ciento.

La producción de insumos intermedios de un sector en un país se divide en lo que se vende a los otros sectores en el mismo país y lo que se exporta a los sectores de los demás países. Sería interesante calcular los coeficientes importantes para la matriz de transacciones internas de Puerto Rico y para la matriz de exportaciones hacia Estados Unidos (ya que es hacia donde se dirige la mayor proporción de sus exportaciones). En el caso de la matriz interna, se reconocerán los sectores nacionales con mayor influencia en la producción de los demás (también nacionales), y los sectores nacionales con la producción más sensible a cambios en los coeficientes técnicos. Con la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, se destacan los sectores en Estados

Unidos con mayor influencia en la producción de los sectores en Puerto Rico y los sectores en Puerto Rico con la producción más sensible a los cambios en los coeficientes de comercio.

La matriz de exportaciones considera los flujos entre dos sectores en dos regiones distintas; por lo tanto, para la aplicación de los coeficientes importantes es necesario modificar la ecuación (2.8) de la siguiente manera:

$$r_{ij}^{PRUS} = \frac{1}{\alpha_{ij}^{PRUS} \left[ \alpha_{ji}^{USPR} + \left( \alpha_{ii}^{PRUS} / \tau_i^{PR} \right) \tau_j^{US} \right]} \quad (2.9)$$

donde el subíndice y el supraíndice indican el sector y la región de origen y destino de los flujos de insumos intermedios, respectivamente (véase Apéndice B para el desarrollo de este algoritmo).

Luego de calcular los  $r_{ij}$ 's para todos los casos, se distinguirán los coeficientes importantes de los demás sustituyendo los  $r_{ij} \leq 20$  por 1 y los  $r_{ij} > 20$  por 0 para formar la matriz binaria. A partir de la binaria, se construye la digráfica.

### II.3.b. La gráfica dirigida

Matemáticamente se puede definir una gráfica dirigida o digráfica como un conjunto finito no vacío  $V$  junto a una relación irreflexiva  $R$  en  $V$ . Como en las gráficas, los elementos de  $V$  son llamados vértices. A cada par ordenado en  $R$  se le llama arco o arista (Chartrand, 1977).

Parte del análisis cualitativo es asociar a  $A$  una gráfica dirigida o digráfica. La matriz de insumo-producto, en sí misma, nos informa acerca de los flujos de bienes y servicios entre las industrias y muchas veces no es fácil intuir las formas de circulación, por lo cual, es indispensable estudiar la gráfica dirigida que se asocia a la matriz binaria, que, al igual que ésta, permite diferenciar el núcleo de la estructura económica.

La teoría de las gráficas dirigidas o digráficas es una herramienta útil en el estudio de los flujos de bienes y servicios representados de manera lineal. La matriz binaria asociada a la matriz  $A$  forma un conjunto de *aristas* o arcos; se dice que un elemento  $(i,j)$  es una arista que une a  $i$  con  $j$  (representada con una flecha que señala la dirección del flujo):

$$i \rightarrow j$$

La industria  $i$  vende sus productos a la  $j$ , o  $j$  compra insumos a la industria  $i$ . A una sucesión de aristas se le llama una *trayectoria dirigida* o una trayectoria que une a  $i$  con  $j$ . La *longitud* de una trayectoria es igual al número de aristas que aparecen en ella. Por ejemplo, una trayectoria de longitud cuatro que relaciona a  $i$  con  $j$  está compuesta por cuatro aristas:

$$i \rightarrow t \rightarrow z \rightarrow h \rightarrow j$$

Se dice que una gráfica es *fuertemente conexa* si y sólo si, para toda  $(i,j)$ , existe una trayectoria en la digráfica que conecte  $i$  con  $j$ ; es decir, que todas las industrias utilicen como insumos lo que producen todas las demás.

También pueden conocerse las relaciones indirectas entre las industrias a través de las matrices  $A^2, A^3, A^4, \dots, A^k$ , donde  $k$  es el número máximo de aristas o longitud. La matriz  $A^2$  representa las relaciones indirectas entre los sectores a través de las trayectorias de longitud dos, la matriz  $A^3$  representa las de longitud tres y así sucesivamente hasta  $A^k$ . A cada una de estas matrices se le puede asociar una matriz binaria y una digráfica, mostrando así todas las relaciones indirectas significativas en el sistema.

Hay varias formas de construir la gráfica. La más sencilla es colocar los sectores sin ningún criterio de ordenamiento, de manera que sólo se presenten las direcciones de los flujos, pero la gráfica no puede ser leída con mayor detalle. Para obtener más información y facilitar la lectura de la gráfica se han desarrollado distintos métodos. Aroche (1993) clasifica los sectores en niveles según la proporción de su producto vendida a la demanda final. Los sectores que vendan más de un 60 por ciento de su producción a la demanda final serán los de primer nivel. Los que le vendan insumos a los del primer nivel serán los de segundo nivel, los que le vendan insumos a los de segundo nivel serán de tercer nivel y así sucesivamente. Una vez clasificados los sectores, las relaciones entre éstos se organizan en la gráfica. A la izquierda se colocan los sectores de primer nivel y la gráfica se lee hacia la derecha, donde van apareciendo los de los otros niveles en orden ascendente (segundo, tercero, cuarto nivel, etc.).

Al igual que en el filtro, la utilización de información endógena es importante al momento de construir la gráfica. En esta tesis se aplican los índices de centralidad, utilizados en muchos de los trabajos más recientes (Schnabl, 1994, 1995 y 2000; Cassetti, 1995; Aroche 1996; Ghosh y Roy, 1998; Drejer, 2000). Su cálculo se basa en información que provee la matriz binaria; es decir, información endógena. Simplemente,

se divide la suma de las filas entre la de las columnas del sector correspondiente. Esto indica la proporción entre los flujos que entran y los que salen.

El índice de centralidad revela el tipo de sector que se estudia. Un índice igual a uno indica que el sector es significativo como demandante y como oferente, a estos se les llama sectores centrales (Ghosh y Roy, 1998). Cuando el índice es menor a 1 indica que el sector es más significativo como oferente que como demandante, se les llama sectores fuentes. En el caso en que el índice de centralidad sea mayor a 1 se refiere a un sector pozo, el cual es significativo como demandante.

La posición de los sectores en la gráfica depende de su clasificación dado los índices de centralidad (Schnabl 1994, 1995 y 2000; Aroche, 1996, Gosh y Roy, 1998 y Drejer, 2000). Los sectores fuentes irán en el lado izquierdo de la gráfica, los centrales al centro y los pozos a la derecha. La gráfica se lee de izquierda a derecha y las aristas señalan la dirección de los flujos de insumos intermedios. Las relaciones intrasectoriales no son representadas en la gráfica, ya que el arco entra y sale del mismo sector formando un rizo. Las líneas representan relaciones bidireccionales. El cambio estructural se puede estudiar mediante la variación a través del tiempo de los índices y, por lo tanto de la posición de los sectores en la gráfica.

El análisis de la gráfica tiene que ser adaptado al estudio de la matriz de exportaciones. Al considerar la matriz de exportaciones totales, se representan las ventas de las industrias del país a las industrias del Resto del Mundo. Al desglosar la matriz de exportaciones por país de destino, la matriz de exportaciones totales es una sumatoria de las matrices de exportaciones por destino. En este caso se desglosó la matriz de exportaciones totales de Puerto Rico y sólo se utilizó la de destino a Estados Unidos. En la matriz por destino se consideran los flujos de insumos intermedios entre sectores de dos regiones distintas. Las filas representan las ventas del sector  $i$  en una región al sector  $j$  en la otra región, y las columnas las compras del sector  $j$  de una región al sector  $i$  de la otra. La matriz de

exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos leída por las filas representa los flujos de insumos intermedios que el sector  $i$  en Puerto Rico le vende al sector  $j$  en Estados Unidos, y, por el lado de las columnas, lo que el sector  $j$  en Estados Unidos le compra al  $i$  de Puerto Rico.

Un sector fuente es el que muestra más relaciones significativas como oferente de insumos intermedios. En el análisis regional, un sector fuente es exportador a otro país o región, y muestra un índice de centralidad menor a uno. Al analizar la matriz de exportaciones por destino, los sectores fuente están en el país donde se origina el flujo. En este caso, se encuentran en Puerto Rico y muestran relaciones significativas de exportación hacia Estados Unidos. Son sectores en Puerto Rico con una producción muy sensible a los cambios en los coeficientes de comercio. Los sectores centro son tan significativos como demandantes y como oferentes y su índice de centralidad es igual a 1. En el análisis regional, los sectores centro son importadores y exportadores de insumos intermedios. En Puerto Rico, dichos sectores se muestran significativos como exportadores hacia Estados Unidos, y en Estados Unidos como importadores de insumos intermedios de Puerto Rico. Los sectores pozo muestran más relaciones significativas como demandantes de insumos intermedios y su índice de centralidad es mayor a uno. Son los sectores que exhiben relaciones significativas de importación y se encuentran en Estados Unidos y demandan insumos intermedios de Puerto Rico.

Aunque en el análisis de las matrices de transacciones totales e internas no se consideró la diagonal principal, en este caso se hizo ya que muestra las relaciones de un mismo sector en dos regiones distintas. La posición de los sectores en la gráfica se determina con los índices de centralidad. Los sectores fuente van en el lado izquierdo de la gráfica, los centrales al centro y los pozo a la derecha. La gráfica se lee de izquierda a derecha y las aristas señalan la dirección de los flujos de insumos intermedios. La arista tiene origen en el sector exportador (Puerto Rico) y su destino es el sector importador en la otra región (Estados Unidos).

## ***II.4. Descripción de la base de datos, aplicación y resultados***

En esta sección se presentan los resultados y su análisis, al igual que la obtención de la base de datos utilizada.

### **II.4.a. Obtención de los datos**

Las matrices de Puerto Rico utilizadas en esta tesis se obtuvieron de la Junta de Planificación de Puerto Rico. El sub-programa de Análisis Social, Modelos y Proyecciones de esta agencia gubernamental se encarga de la construcción de las matrices de insumo-producto. Las matrices de transacciones provistas por esta Agencia fueron las de transacciones totales, las internas y las de importaciones totales para los años 1972, 1977, 1982 y 1987. Al momento del cálculo de los resultados, la matriz del 1992 todavía estaba bajo construcción, por lo cual no fue posible su utilización en esta tesis. Para los mismos años esta agencia también proveyó los vectores de producción, demanda final y valor agregado. Para la aplicación de la metodología de los capítulos 2, 3 y 4 es necesario utilizar datos de importaciones y exportaciones de Puerto Rico respecto a Estados Unidos, los cuales fueron provistos también por la misma agencia.

El Bureau of Economic Analysis publica las matrices de Estados Unidos a 94 sectores, pero éstas no se utilizaron porque están clasificadas industria por mercancía en lugar de industria por industria. Para que tuviesen correspondencia con las de Puerto Rico, las matrices de Estados Unidos fueron obtenidas de la base de datos de la OECD. Se obtuvieron para los años 1972, 1977, 1982, 1985 y 1990. Es importante señalar que las matrices de Estados Unidos no muestran datos para el sector Gobierno, todos los elementos de la fila y columna correspondientes son iguales a cero. Al igual que las de Puerto Rico, están las totales, las internas y las de importaciones totales para cada año. En la misma base de datos se encontraban los vectores de producción, demanda final y valor agregado. Las matrices de Puerto Rico estaban a noventa y cuatro sectores y las de



Estados Unidos a treinta y cinco, por lo cual fueron agregadas. La agregación se presenta en la siguiente sección.

#### **II.4.b. Agregación de las matrices**

La agregación de las matrices de insumo-producto se hizo para los distintos capítulos de esta tesis, ya que en cada metodología se utiliza de la misma base de datos. Por la existencia de distintos procedimientos en la tesis y la diferencia de agregación entre las matrices de Puerto Rico y las de Estados Unidos, se decidió agregarlas a 16 sectores. Con este propósito se consideró la importancia de sectores claves en Puerto Rico, como los servicios y la manufactura, al igual que la tecnología. Los sectores principales son los manufactureros, ya que estos serán claves en el análisis de la dependencia. Los sectores de los servicios son importantes internamente, por lo cual también se hace énfasis en estos. La agregación para las matrices de Puerto Rico y las de Estados Unidos se presenta en los Cuadros B.1 y B.2 del Apéndice B.

Se reconocen las desventajas de la agregación: un término de error mayor al hacer las estimaciones y posibles errores al momento del análisis de los resultados. Pero, se utilizó a 16 sectores, ya que la base de datos será más manejable al aplicar las metodologías y al analizar los resultados. Se presenta entonces un costo de oportunidad entre el manejo de los datos y un error de estimación. Se decidió tener mejor manejo de los datos, ya que el término de error no es tan significativo como para que estos no den un panorama general de las características de las estructuras productivas.

#### **II.4.c. Problemas con la base de datos de comercio exterior**

Las matrices interregionales no pudieron construirse con información directa, ya que ninguno de los dos países (Puerto Rico y Estados Unidos) poseía la información necesaria

para hacerlo. Fue entonces necesario estimar la matriz de importaciones de Puerto Rico respecto a Estados Unidos (lo que es lo mismo que las exportaciones de Estados Unidos hacia Puerto Rico) y la de Estados Unidos respecto a Puerto Rico (o las exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos). A continuación se enumeran los problemas encontrados:

1. Los datos de comercio exterior de Puerto Rico con Estados Unidos son publicados por el Censo de Estados Unidos, en cooperación con el Departamento de Comercio y la Junta de Análisis Económico (Bureau of Economic Analysis, BEA). Estos son publicados en un documento titulado: U.S. Trade with Puerto Rico and U.S. Possessions y puede obtenerse por Internet en el sitio del Censo de Estados Unidos o a través de la Junta de Planificación de Puerto Rico. El problema encontrado fue que la desagregación de los datos es demasiado amplia, están clasificados por mercancías a 10 dígitos, lo que haría imposible construir la base de datos de comercio exterior con dichas publicaciones (dadas las restricciones de tiempo y dinero).
2. Los únicos datos que existen por SIC son de mercancías y no de servicios y son del año 1980 en adelante. Por lo cual, no se tienen datos para los servicios en todos los años, ni para las mercancías de los años 1972 y 1977.
3. También es necesaria la obtención de las exportaciones de Puerto Rico a Estados Unidos y viceversa de los bienes de demanda final, con el propósito de eliminar la fracción de ésta que se exporta al Resto del Mundo y mantener el modelo interregional del Capítulo IV en términos de Puerto Rico y Estados Unidos. Tampoco fue posible encontrar esta información de manera directa, ya que la Junta de Planificación de Puerto Rico y el Gobierno de Estados Unidos no los calculan.

La solución para la construcción de las matrices de comercio entre (PR) y Estados Unidos (US) fue la siguiente:

1. Para las matrices de importaciones de PR respecto a US se calculó una proporción de lo que PR importa de US respecto a las importaciones totales de PR. Esa proporción se multiplicó por cada uno de los componentes de la matriz de importaciones de insumos intermedios totales de Puerto Rico. Con esto, se obtuvo una matriz de importaciones de insumos intermedios de PR respecto a US para cada año de estudio (o la matriz de exportaciones de insumos intermedios de Estados Unidos hacia Puerto Rico).

2. Para las matrices de importaciones de insumos intermedios de US respecto a PR se asumió que lo que PR exporta a US es lo mismo que lo que US importa de PR, por lo cual, se utilizaron los datos de exportaciones de PR. Se calculó una proporción de las exportaciones de PR a US respecto a las importaciones totales de US. Esta proporción señala cuánto de lo que US importa de insumos intermedios proviene de PR. Esta se multiplicó por cada uno de los componentes de la matriz de importaciones totales de insumos intermedios de US, con lo cual se obtuvo una matriz de importaciones de insumos intermedios respecto a PR para cada año estudiado (o la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos).

La solución para el cálculo de la demanda final de PR que se exporta a US y la de US que se exporta a PR fue la siguiente:

1. Se multiplicaron las exportaciones de la demanda final de PR por la proporción de exportaciones de PR a US. Así, podrá dividirse el componente doméstico de la demanda final y lo que se exporta de ésta a US y al Resto del Mundo. La proporción fue calculada dividiendo las exportaciones de PR a US entre las exportaciones totales de PR. Para la descomposición de la demanda final de US se hizo de manera análoga. Sólo que la proporción se calculó dividiendo las importaciones de PR respecto a US entre las exportaciones totales de US. Luego, las exportaciones de la demanda final de US se

multiplicaron por dicha proporción, pudiendo obtener el componente doméstico de la demanda final y lo que se exporta de ésta a PR y al Resto del Mundo.

En los Cuadros B.3, B.4 y B.5 del Apéndice B se muestran los datos de Puerto Rico y Estados Unidos, luego de la agregación y los de comercio entre ambos países, luego de la estimación.

#### **II.4.d. Resultados**

En esta sección se analizan los coeficientes importantes, los índices de centralidad y, por último, las gráficas dirigidas de las matrices de transacciones totales, internas y de exportaciones de Puerto Rico, y de la de transacciones totales de Estados Unidos. A base de la comparación de esas gráficas con las de Puerto Rico, se señalan sus similitudes y diferencias. Además, se analiza el cambio estructural a través del tiempo.

##### **Los coeficientes importantes (CI's)**

Al identificar los coeficientes importantes, se encuentra la información necesaria para la construcción de la matriz binaria y de la gráfica. Estos sirven de filtro para obtener las relaciones significativas del sistema productivo y prescindir de las que no lo son. Lo que implica que los sectores presentados en la gráfica son aquellos que al variar sus coeficientes en un 20 por ciento o menos provocan cambios de, al menos, 1 por ciento en la producción de los sectores relacionados (Aroche, 1996 y Gosh y Roy, 1998). Lo anterior ayuda a la identificación del núcleo del sistema productivo de Puerto Rico, no sólo en el ámbito de la matriz total, sino interno y de exportaciones. Con esta información se lleva a cabo un análisis comparativo entre dichas estructuras para identificar su complejidad y su cambio a través del tiempo.

Mientras mayor sea el número de coeficientes importantes en la matriz, más compleja será la estructura y más densa se muestra la gráfica. Los sectores con mayor número de coeficientes importantes pueden variar de año en año. Esto implica cambios en las relaciones más significativas del sistema y cambio estructural, ya que el cambio tecnológico en estos grupos puede provocar cambio tecnológico múltiple en todas aquellas industrias que intercambien insumos con ellos (Forsell, 1988 en Aroche, 1996). Sin embargo, el cambio estructural también es evidente al desaparecer de la gráfica del próximo año sectores que mostraban relaciones significativas en el año anterior o al aparecer sectores que no presentaban relaciones significativas anteriormente. Los coeficientes importantes en la diagonal principal representan parte de la organización interna de los sectores. En el caso de las matrices totales e internas, este representa las relaciones significativas de compras o ventas de insumos intermedios del sector con él mismo y en la matriz de exportaciones con él mismo en el exterior.

En los Cuadros II.1, II.3 y II.4 se describen los coeficientes importantes de las matrices de transacciones totales e internas de Puerto Rico y de las de exportaciones hacia Estados Unidos, para los años 1972, 1977, 1982 y 1987. En el Cuadro II.2 se describen los coeficientes importantes de la matriz de transacciones totales de Estados Unidos para los años 1972, 1977, 1982 y 1990. Las características utilizadas fueron a) el número total de coeficientes importantes; b) el porcentaje que ese total representa de los 256 coeficientes de la matriz; c) los sectores con el mayor número de coeficientes importantes por la demanda (columna); d) los sectores con el mayor número de coeficientes importantes por la oferta (fila); y e) el número de coeficientes importantes en la diagonal principal.

#### ***Puerto Rico, CI's de la matriz de transacciones totales***

Para la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1972 se encontraron 69 (CI's), lo que significa que el 27 por ciento de todos los coeficientes muestran relaciones significativas y que el núcleo de la estructura productiva se compone de dichas relaciones. Para el año 1977 la cantidad de CI's disminuyó en un 9 por ciento, quedando 63 o el 25

por ciento de todos los coeficientes. En el 1982 habían 72 CI's, representando un 28 por ciento del total de los coeficientes y aumentando un 14 por ciento respecto al 1977. En el último año los CI's disminuyeron un 25 por ciento, para ser 54 y representar un 21 por ciento de todos los coeficientes. A través de los años el grado de interrelación de los sectores ha aumentado o disminuido; sin embargo, para el 1982 la estructura productiva se mostró más articulada que para el resto de los años, en términos de las relaciones significativas.

**Cuadro II.1**  
**Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico (1972-1987)**

Años	# de CI's	%	Sectores con más CI's por la demanda	Sectores con más CI's por la oferta	Número de CI's en la diagonal principal
1972	69	27	minería y construcción refinerías de petróleo	papel y madera productos de metal	12
1977	63	25	minería y construcción refinerías de petróleo alimentos y productos relacionados	papel y madera refinerías de petróleo	12
1982	72	28	alimentos y productos relacionados	papel y madera productos de metal servicios personales y otros	14
1987	54	21	alimentos y productos relacionados	papel y madera servicios personales y otros	14

Los sectores con el mayor número de CI's por columna son los que tienen más relaciones significativas por el lado de la demanda. Según el Cuadro II.1, los sectores prevalecientes fueron minería y construcción, refinerías de petróleo y alimentos y productos relacionados. Al analizar las filas se encontró que los sectores de papel y madera, servicios personales y otros, productos de metal y refinerías de petróleo son los que poseen mayores relaciones significativas por el lado de la oferta. En ambos casos, la mayoría son sectores manufactureros. Refinerías de petróleo es uno de los más importantes por la demanda y por la oferta, probablemente por el incentivo que recibió desde el 1956. Servicios personales y otros fue oferente significativo en los ochenta por la importancia que adquirieron los servicios en esa década.

En los cuatro años las matrices mostraron una gran proporción de CI's en la diagonal principal, lo cual representa relaciones intrasectoriales significativas. Es decir, que casi todos los sectores son compradores significativos de su propia producción. La agricultura y el gobierno no mantienen relaciones intraindustriales significativas para casi todos los años, lo que implica que no son compradores significativos de su propia producción.

***Estados Unidos, CI's de la matriz de transacciones totales***

Al llevar a cabo el mismo ejercicio para la matriz de transacciones totales de Estados Unidos, el Cuadro II.2 muestra que para el 1972 habían 54 CI's, lo que representa el 21 por ciento de todos los coeficientes. Para el año 1977 la cantidad de CI's aumentó en un 15 por ciento, habiendo 62 o el 24 por ciento de todos los coeficientes. En el 1982 habían 64 CI's, representando un 25 por ciento del total de los coeficientes y aumentando un 3 por ciento respecto al dato anterior. En el último año los CI's disminuyeron un 9 por ciento, para ser 58 y representar un 23 por ciento. Hubo un aumento de los CI's del 1977 al 1982, lo cual implica una mayor interrelación de los sectores de la estructura productiva estadounidense. Sin embargo, disminuyó en el 1990.

Para los primeros tres años las matrices de transacciones totales de Puerto Rico muestran mayor número de CI's que las de Estados Unidos, lo que indica que la estructura productiva de Puerto Rico estaba más articulada que la de Estados Unidos para esos años. Esto puede deberse al rápido proceso de industrialización que ocurrió en la Isla en esas décadas.

Análisis cualitativo de insumo-producto para el cambio estructural de la economía de Puerto Rico y su comercio interregional

Cuadro II.2  
Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de transacciones totales de Estados Unidos (1972-1990)

Años	# de CI's	%	Sectores con más CI's por la demanda	Sectores con más CI's por la oferta	Número de CI's en la diagonal principal
1972	54	21	minería y construcción comercio y hoteles	otros productos químicos refinerías de petróleo	15
1977	62	24	minería y construcción comercio y hoteles	otros productos químicos	15
1982	64	25	minería y construcción servicios personales y otros	otros productos químicos	15
1990	58	23	minería y construcción comercio y hoteles servicios personales y otros	otros productos químicos papel y madera	15

Los sectores minería y construcción, comercio y hoteles, y servicios personales y otros sobresalieron con más coeficientes importantes por el lado de la demanda en Estados Unidos. Por el lado de la oferta, lo fueron otros productos químicos, refinerías de petróleo, y papel y madera.

Los sectores con el mayor número de CI's también variaron de una economía a la otra, mostrando diferencias estructurales. Mientras que en Puerto Rico los sectores manufactureros se mostraron con más relaciones significativas, en Estados Unidos hubo un balance entre los servicios y la manufactura. Es de esperarse que en Puerto Rico haya sucedido ésto, ya que los incentivos han sido mayormente para la manufactura. En los cuatro años las matrices de Estados Unidos mostraron CI's en todas las relaciones de la diagonal principal, exhibiendo más relaciones intraindustriales significativas que en Puerto Rico.

***Puerto Rico, CI's de la matriz de transacciones internas***

Para la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1972 se encontraron 34 CI's, lo que representa el 13 por ciento de todos los coeficientes. Para el año 1977 la cantidad de CI's aumentó en un 32 por ciento: habían 45 y representaban el 18 por ciento de todos los coeficientes. En el 1982 fueron 48 CI's, representando un 19 por ciento del total de los coeficientes y aumentando un 6 por ciento. En el 1987 los CI's disminuyeron un 31 por



ciento, para ser 33 y representar un 13 por ciento de todos los coeficientes. La interrelación de los sectores en la estructura productiva nacional aumentó del 1977 al 1982 y disminuyó para el 1987. Sin embargo, al igual que en la matriz de transacciones totales, el año 1982 mostró una estructura productiva nacional más articulada en términos de las relaciones significativas que para el resto de los años.

**Cuadro II.3**  
**Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico (1972-1987)**

Años	# de CI's	%	Sectores con más CI's por la demanda	Sectores con más CI's por la oferta	Número de CI's en la diagonal principal
1972	34	13	minería y construcción	papel y madera	12
1977	45	18	finanzas, seguros y bienes raíces	papel y madera servicios personales y otros	12
1982	48	19	alimentos y productos relacionados comercio y hoteles	productos de metal servicios personales y otros	12
1987	33	13	alimentos y productos relacionados	servicios públicos	11

Los sectores que presentaron más CI's por el lado de la demanda fueron minería y construcción; finanzas, seguros y bienes raíces; alimentos y productos relacionados; y comercio y hoteles. Por el lado de la oferta, los sectores con más relaciones significativas fueron papel y madera, servicios personales y otros, y servicios públicos. En la estructura productiva interna los servicios presentan más relaciones significativas que la manufactura.

En los cuatro años las matrices mostraron una gran proporción de CI's en la diagonal principal, lo cual representa relaciones intrasectoriales significativas en el ámbito nacional. La agricultura y el gobierno no mantienen relaciones intraindustriales significativas para todos los años.

### ***Puerto Rico, CI's de la matriz de exportaciones hacia Estados Unidos***

En términos de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, en el 1972 se encontraron 12 CI's, lo que implica que el 4.7 por ciento de todos los coeficientes de comercio son significativos. Para el año 1977 la cantidad de CI's aumentó en un 8.3 por ciento, habían 13 y representaban el 5.1 por ciento de todos los coeficientes. En el 1982 fueron 12 CI's, representando un 4.7 por ciento del total de los coeficientes y disminuyendo un 7.7 por ciento. En el año 1987 los CI's aumentaron un 25 por ciento, para ser 15 y representar un 5.9 por ciento de todos los coeficientes. A pesar de las variaciones a través de los años, el grado de interrelación de los sectores de Puerto Rico con los de Estados Unidos mostró su mayor nivel para el 1987.

Los sectores que muestren CI's por el lado de la demanda se encuentran en Estados Unidos y mantienen relaciones significativas de importación con Puerto Rico. Los más sobresalientes fueron minería y construcción, maquinaria, alimentos y productos relacionados, y transporte y comunicación. Por el lado de la oferta, los sectores que muestran CI's se encuentran en Puerto Rico y se caracterizan por sostener relaciones significativas de exportación hacia Estados Unidos. Los más destacados fueron productos de metal, textiles y agricultura. Aunque la agricultura se orientó hacia el mercado interno, su exportación hacia Estados Unidos fue significativa. En cuanto a los textiles, fue el sector más incentivado en la primera etapa de industrialización en el 1972, por ser liviana e intensiva en el uso de mano de obra. Mientras que los productos de metal exportan mucho a los sectores maquinaria, minería y construcción, y transporte y comunicación en Estados Unidos.

**Cuadro II.4**  
**Descripción de los coeficientes importantes (CI's) de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos (1972-1987)**

Años	# de CI's	%	Sectores con más CI's por la demanda	Sectores con más CI's por la oferta	Número de CI's en la diagonal principal
1972	12	5	minería y construcción maquinaria	textiles	5
1977	13	5	minería y construcción alimentos y productos relacionados maquinaria	productos de metal	4
1982	12	5	minería y construcción maquinaria transporte y comunicación	productos de metal	4
1987	15	6	maquinaria	agricultura productos de metal	6

En este caso, los CI's en la diagonal principal se tratan de sectores que mantienen relaciones significativas con él mismo en el exterior. Alrededor de una cuarta parte de los sectores en Puerto Rico son vendedores significativos de su producción de insumos intermedios al mismo sector en Estados Unidos.

### **Índices de centralidad y gráficas dirigidas**

En los Cuadros II.5, II.7 y II.8 se presentan los índices de centralidad de todos los sectores de las matrices de transacciones totales e internas de Puerto Rico y las de exportaciones hacia Estados Unidos. En el Cuadro II.6 se muestra la misma información para las matrices de transacciones totales de Estados Unidos.

#### ***Puerto Rico, índices de centralidad y gráficas de la matriz de transacciones totales***

Según los índices de las matrices de transacciones totales de Puerto Rico, papel y madera, productos de metal, y transporte y comunicación se mantuvieron como sectores fuentes en todos los años. Los sectores de servicios públicos y servicios personales y otros fueron fuentes en tres de los cuatro años, menos en el 1972 cuando fueron centros. Al ser

sectores fuentes su mayor importancia es por la oferta. En el 1972 casi todos los sectores fuentes eran de la manufactura. Sin embargo, en el resto de los años hubo un balance entre manufactura y servicios como proveedores significativos de insumos intermedios.

**Cuadro II.5**  
**Índices de centralidad para la matriz de transacciones totales de Puerto Rico (1972-1987)**

Sector	1972	1977	1982	1987
1. Agricultura	1	1	1	0'
2. Minería y construcción	3.33	2.33	1.75	1
3. Alimentos y productos relacionados	1.25	2.33	9	8
4. Textiles	3	2	2	1
5. Papel y madera	0.22	0.18	0.09	0.13
6. Otros productos químicos	0.83	6	3.5	4
7. Refinerías de petróleo	1.14	0.38	0.29	0.5
8. Productos de metal	0.09	0.2	0.25	0.2
9. Maquinana	0.33	1.33	1.5	7
10. Industrias manufactureras misceláneas	0.57	0.6	1	1.5
11. Transporte y comunicación	0.5	0.6	0.75	0.5
12. Servicios públicos	1	0.2	0.17	0.29
13. Comercio y hoteles	infinito*	infinito*	6	2
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	1.66	2	1.25	2
15. Servicios personales y otros	1	0.78	0.7	0.44
16. Gobierno	infinito*	infinito*	infinito*	infinito*

\*Estos sectores no presentan relaciones significativas de oferta, su fila no contiene Cfs.

Estos sectores no presentan relaciones significativas por la demanda, su columna no contiene Cfs.

La agricultura se mantuvo como centro para los primeros tres años, pero se convirtió en sector fuente para el 1987. Otros sectores centro fueron servicios públicos y servicios personales y otros para el 1972, industrias manufactureras misceláneas para el 1982 y minería y construcción y textiles para el 1987. Estos sectores tienen la misma importancia como oferentes que como demandantes.

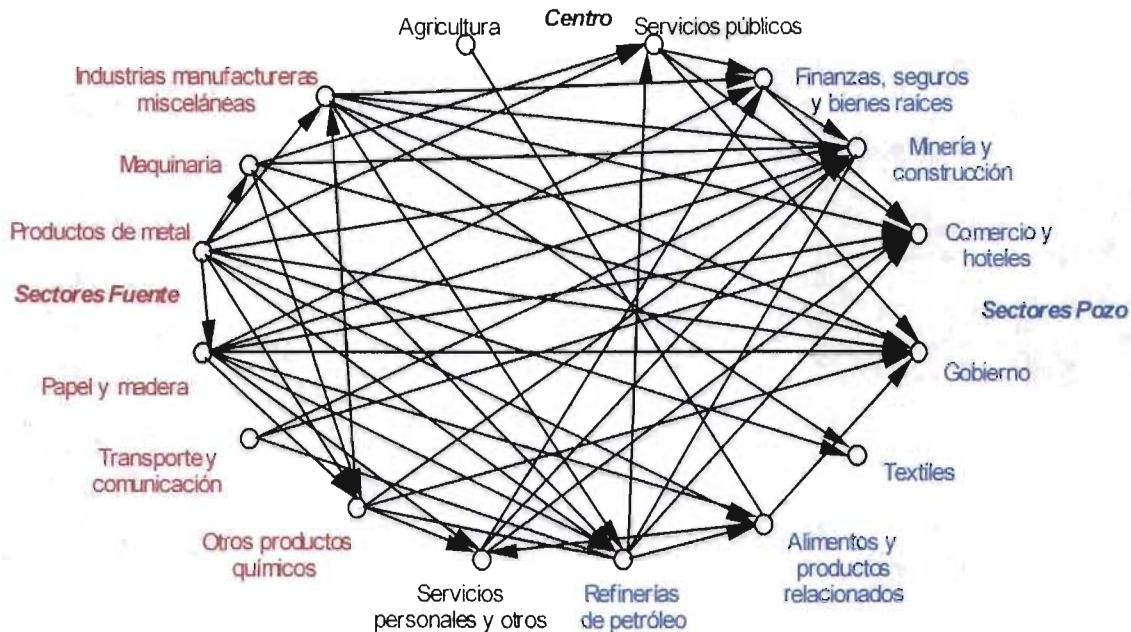
Los sectores de minería y construcción, alimentos y productos relacionados, textiles, otros productos químicos, maquinaria, comercio y hoteles, finanzas, seguros y bienes raíces y gobierno se mantuvieron como pozos para casi todos los años, con leves variaciones. Al ser sectores pozo tienen más relaciones significativas por la demanda que por la oferta.

Las variaciones fueron para alimentos y productos relacionados y textiles en el 1987, cuando se convirtieron en centro y para otros productos químicos y maquinaria, los cuales eran fuente en el 1972.

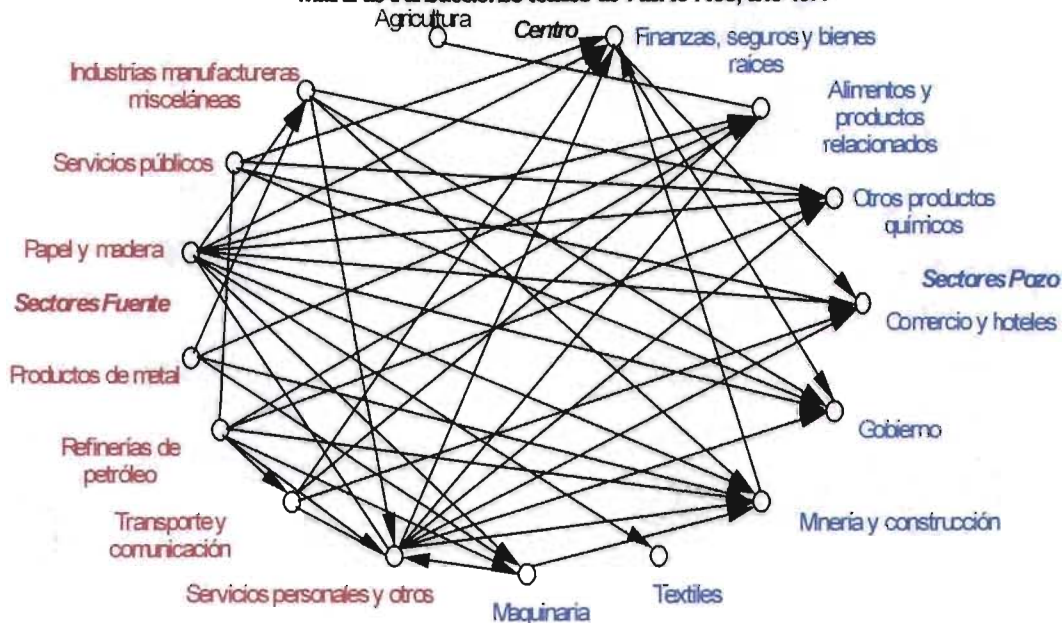
El sector de industrias manufactureras misceláneas presentó la mayor variación a través de todos los años. Estas variaciones y las de los otros sectores representan el cambio de la estructura productiva de Puerto Rico a través del tiempo; es decir, su dinámica fundamental. El cambio estructural mayor fue de 1972 al 1977, cuando 5 de los sectores cambiaron sus posiciones de la Gráfica II.1 a la II.2. Entre esos años ocurrieron muchos cambios, como el embargo petrolero de 1973, la recesión de Estados Unidos (1973-1974) y la aprobación de la Sección 936, que afectaron principalmente a los sectores manufactureros. De 1977 al 1982 sólo 1 sector cambió de posición, experimentando un cambio estructural mínimo (véanse Gráficas II.2 y II.3). Pero en el 1982 se volvió a afectar la manufactura con las enmiendas a la Sección 936 y la recesión de Estados Unidos del 1982. Por lo tanto, de 1982 al 1987 cambiaron de posición cuatro sectores (véanse Gráficas II.3 y II.4). En los primeros tres años hay más sectores pozo que fuente, lo cual muestra una mayor concentración de la economía por el lado de la demanda. En el último año se distribuyen por igual los sectores pozo y fuente.

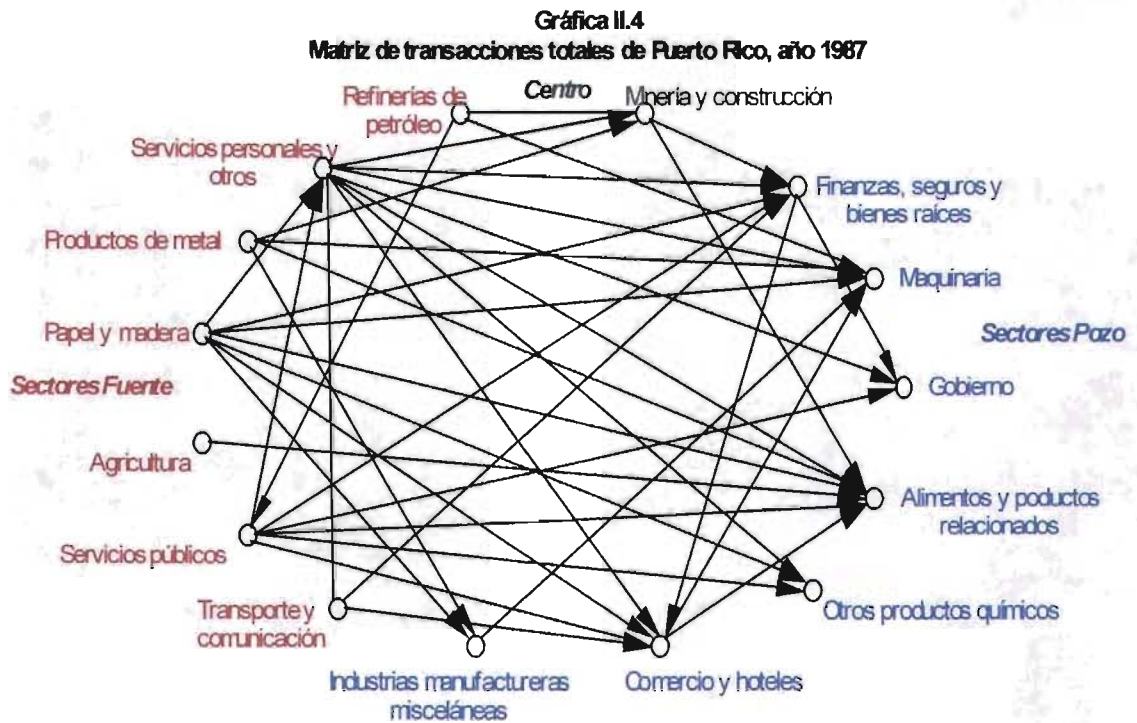
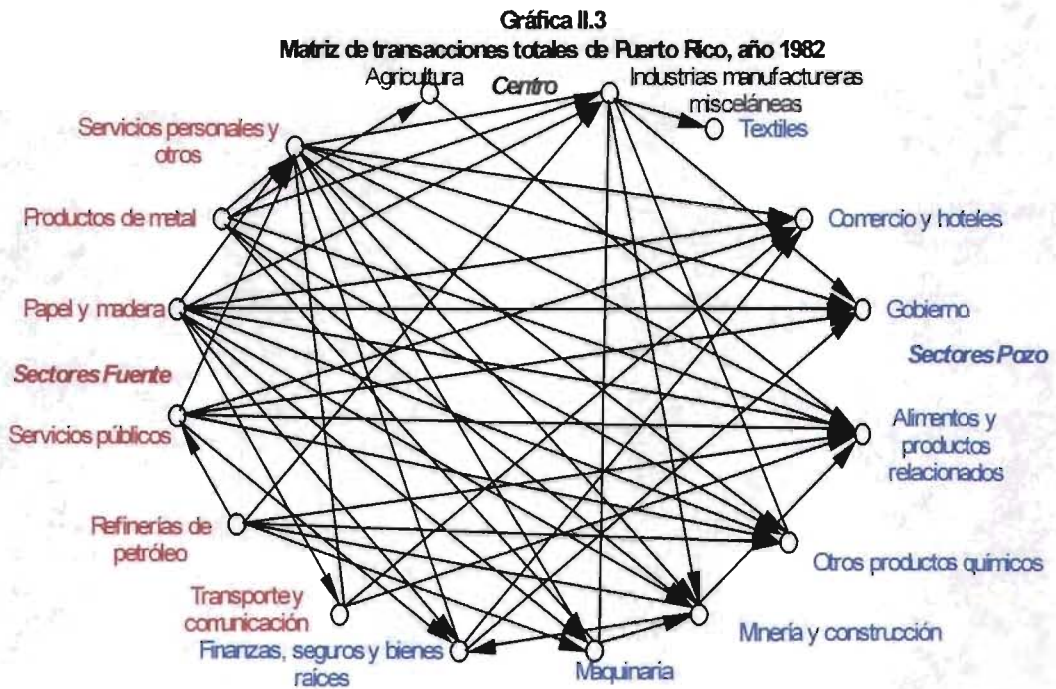
Los cambios en el número de CI's se reflejan en las Gráficas II.1, II.2, II.3 y II.4. La II.2 se muestra menos densa que la II.1, coincidiendo con la disminución de los CI's de 69 a 63. Se puede apreciar una gráfica más densa para el 1982, al igual que un aumento en los CI's, de 63 a 72. La última gráfica es la menos densa, teniendo 54 CI's.

**Gráfica II.1**  
**Matriz de transacciones totales de Puerto Rico, año 1972**



**Gráfica II.2**  
**Matriz de transacciones totales de Puerto Rico, año 1977**





**Estados Unidos, índices de centralidad y gráficas de la matriz de transacciones totales**

Según el Cuadro II.6, para la economía de Estados Unidos, los sectores papel y madera, otros productos químicos, refinerías de petróleo, industrias manufactureras misceláneas, y transporte y comunicación se mantuvieron como fuente en todos los años. Los sectores de productos de metal y servicios públicos fueron fuente en tres de los cuatro años, menos en el 1977 y 1990 cuando fueron centro. Los sectores papel y madera, productos de metal, transporte y comunicación, y servicios públicos también fueron fuente en Puerto Rico. Al ser sectores fuente su importancia es mayor como oferentes que como demandantes. Según los datos, la mayoría de los sectores fuente se encuentran en la manufactura y muy pocos en los servicios. En Puerto Rico había un mayor balance entre manufactura y servicios del 1977 en adelante.

**Cuadro II.6**  
**Índices de centralidad para la matriz de transacciones totales de Estados Unidos (1972-1990)**

Sector	1972	1977	1982	1990
1. Agricultura	1.33	1	1.33	0.75
2. Minería y construcción	3.33	2.2	2.75	2.25
3. Alimentos y productos relacionados	1.33	1.33	1.33	1.33
4. Textiles	2	1	2	0.67
5. Papel y madera	0.4	0.5	0.5	0.5
6. Otros productos químicos	0.17	0.25	0.25	0.14
7. Refinerías de petróleo	0.33	0.33	0.33	0.4
8. Productos de metal	0.5	1	0.5	0.2
9. Maquinaria	1.33	2.5	1.33	2.5
10. Industrias manufactureras misceláneas	0.5	0.5	0.6	0.75
11. Transporte y comunicación	0.4	0.33	0.67	0.4
12. Servicios públicos	0.5	0.6	0.5	1
13. Comercio y hoteles	3.5	4	3.5	4
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	1	1	1	1
15. Servicios personales y otros	6	3.5	8	8
16. Gobierno	NA	NA	NA	NA

NA Estos sectores no presentan relaciones significativas de demanda ni de oferta, su columna y su fila no contienen Cfs.



El sector de finanzas, seguros y bienes raíces se mantuvo como centro para todos los años, siendo en Puerto Rico la agricultura el sector centro principal. Otros sectores centro en Estados Unidos fueron la agricultura, textiles y productos de metal para el 1977 y servicios públicos para el 1990. Estos sectores muestran importancia como demandantes y como oferentes.

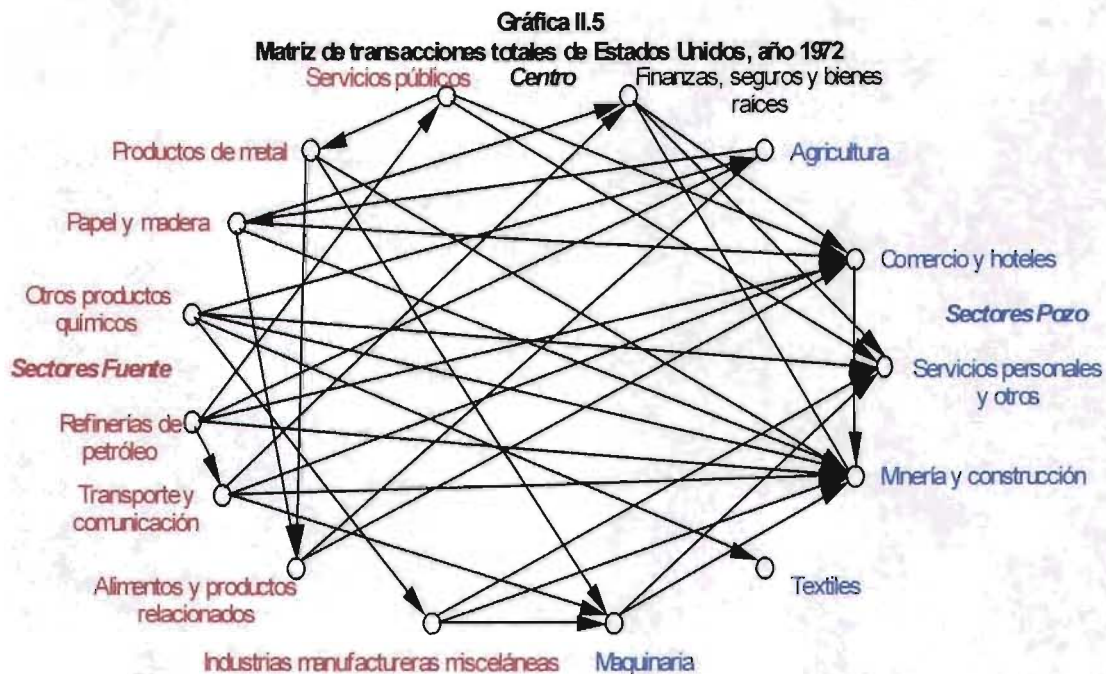
Los sectores de minería y construcción, alimentos y productos relacionados, maquinaria, comercio y hoteles, y servicios personales y otros se mantuvieron como pozo para todos los años. Al ser pozo, tienen más relaciones significativas por la demanda que por la oferta. En Puerto Rico los sectores minería y construcción, alimentos y productos relacionados, maquinaria, y comercio y hoteles también eran pozo.

Los sectores de la agricultura y textiles presentaron la mayor variación a través de todos los años. Estas variaciones y las de los otros sectores representan el cambio de la estructura productiva de Estados Unidos a través del tiempo. De un año a otro siempre variaron de posición tres sectores (agricultura, textiles y productos de metal), lo cual puede observarse en las Gráficas II.5, II.6, II.7 y II.8. En Puerto Rico las variaciones fueron más marcadas para tres de los años, lo que implica un cambio estructural más intenso que el de Estados Unidos.

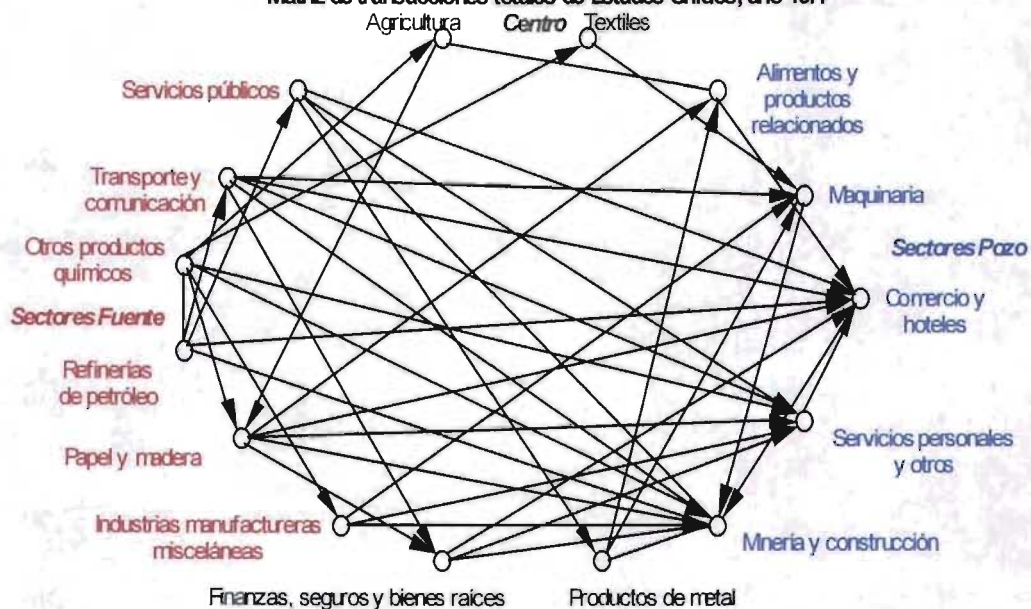
En los años 1972 y 1982 la economía estadounidense mantiene un balance entre los sectores pozo y los fuentes. Pero, para el 1977, la economía se concentraba más por el lado de la demanda, con más sectores pozos que fuentes y para el 1990 se concentraba más por el lado de la oferta, con más sectores fuentes que pozos.

Los cambios en el número de CI's pueden verse reflejados en las Gráficas II.5, II.6, II.7 y II.8. La II.6 se muestra más densa que la II.5, coincidiendo con el aumento de los CI's de 54 a 62. Se puede apreciar una gráfica más densa para el 1982, al igual que un aumento en los CI's, de 62 a 64. La última gráfica es menos densa, teniendo 58 CI's. Las de

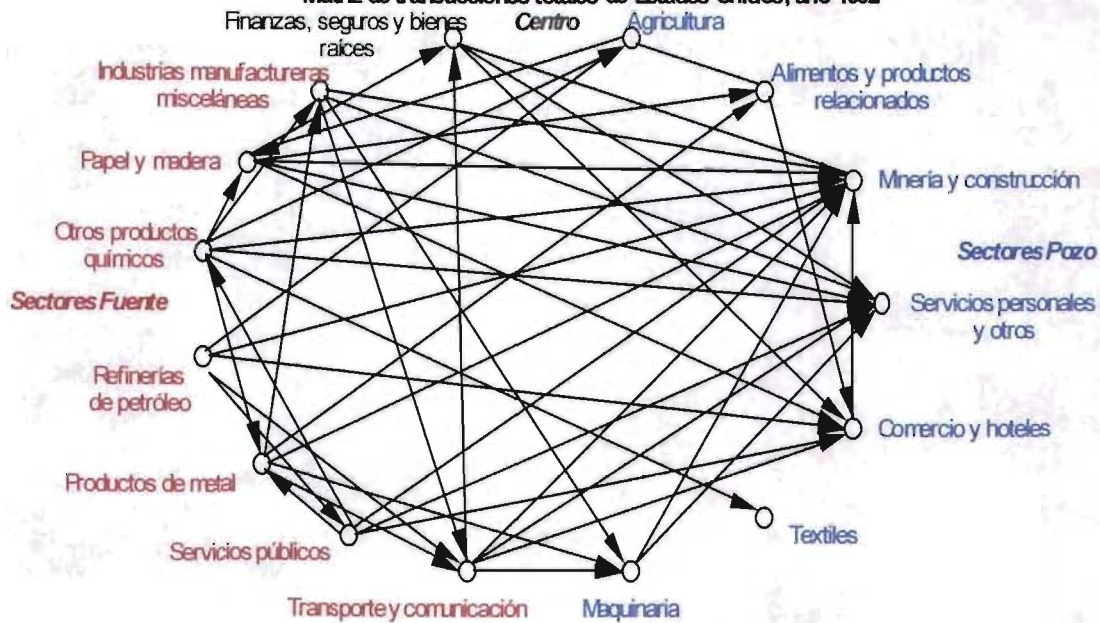
Puerto Rico representan una estructura más densa que la de Estados Unidos para los primeros tres años y menos densa para el último.

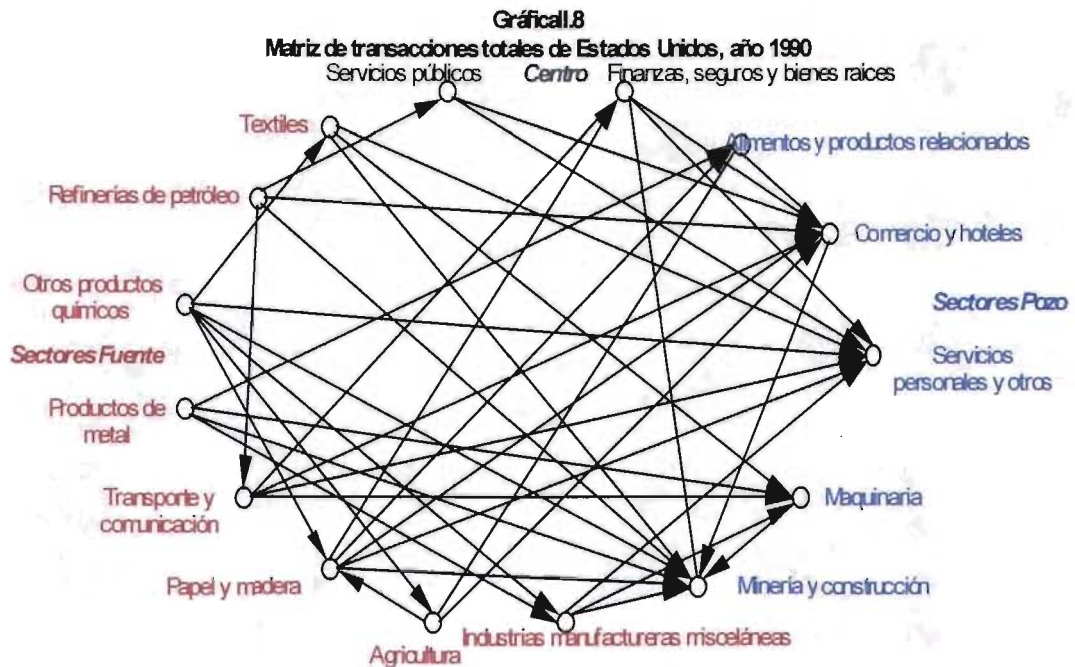


Gráfica II.6  
Matriz de transacciones totales de Estados Unidos, año 1977



Gráfica II.7  
Matriz de transacciones totales de Estados Unidos, año 1982





***Puerto Rico, índices de centralidad y gráficas de la matriz de transacciones internas***

Según el Cuadro II.7, los sectores refinerías de petróleo, productos de metal, transporte y comunicación, servicios públicos, y servicios personales y otros se mantuvieron como fuente en todos los años en la estructura productiva interna. El sector de papel y madera fue fuente en tres de los cuatro años, menos en el 1987 cuando fue centro. Al ser fuente muestran mayor importancia por el lado de la oferta.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Cuadro II.7**  
**Índices de centralidad para la matriz de transacciones internas de Puerto Rico (1972-1987)**

Sector	1972	1977	1982	1987
1. Agricultura	0'	1	1	0'
2. Minería y construcción	7	2.5	1.33	0.67
3. Alimentos y productos relacionados	5	2.5	7	6
4. Textiles	1	1	NA	NA
5. Papel y madera	0.14	0.14	0.17	1
6. Otros productos químicos	1	5	5	infinito*
7. Refinerías de petróleo	0.6	0.67	0.25	0.5
8. Productos de metal	0.33	0.25	0.14	0.25
9. Maquinaria	1	1	0.67	3
10. Industrias manufactureras misceláneas	0.33	0.33	4	NA
11. Transporte y comunicación	0.5	0.25	0.67	0.33
12. Servicios públicos	0.33	0.2	0.17	0.29
13. Comercio y hoteles	infinito*	infinito*	6	1.67
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	1	2	1.33	1.33
15. Servicios personales y otros	0.5	0.57	0.63	0.75
16. Gobierno	infinito*	infinito*	infinito*	infinito*

\*Estos sectores no presentan relaciones significativas de oferta, su fila no contiene Cfs.

'Estos sectores no presentan relaciones significativas por la demanda, su columna no contiene Cfs.

NA Estos sectores no presentan relaciones significativas de demanda ni de oferta, su columna y su fila no contienen Cfs.

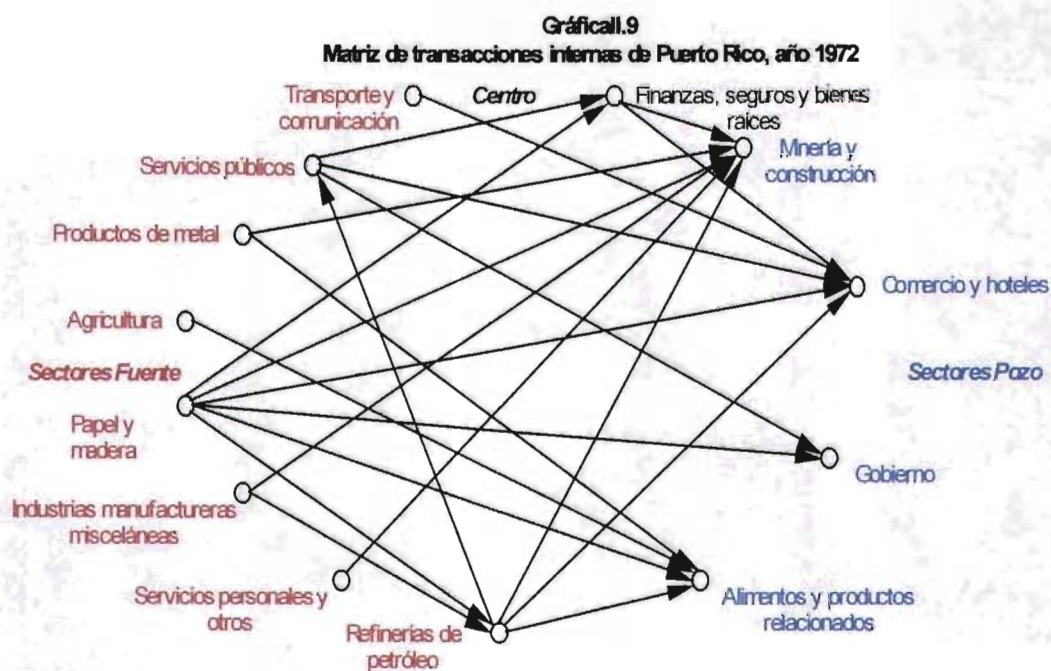
Los centros variaron a través del tiempo. Para 1972 los sectores textiles, otros productos químicos, maquinaria y finanzas, seguros y bienes raíces fueron centro. En el 1977 textiles y maquinaria se mantuvieron y se añadió agricultura. El último fue el único sector centro en el 1982 y, en el 1987, fue papel y madera. Estos sectores son importantes como oferentes y demandantes.

Los sectores de alimentos y productos relacionados, comercio y hoteles, y gobierno se mantuvieron como pozo para todos los años. Al ser sectores pozo tienen más relaciones significativas por la demanda que por la oferta. Minería y construcción; otros productos químicos; y finanzas, seguros y bienes raíces fueron pozo para tres de los cuatro años.

La agricultura, maquinaria e industrias manufactureras misceláneas presentaron la mayor variación a través de todos los años. Estas variaciones y las de los otros sectores

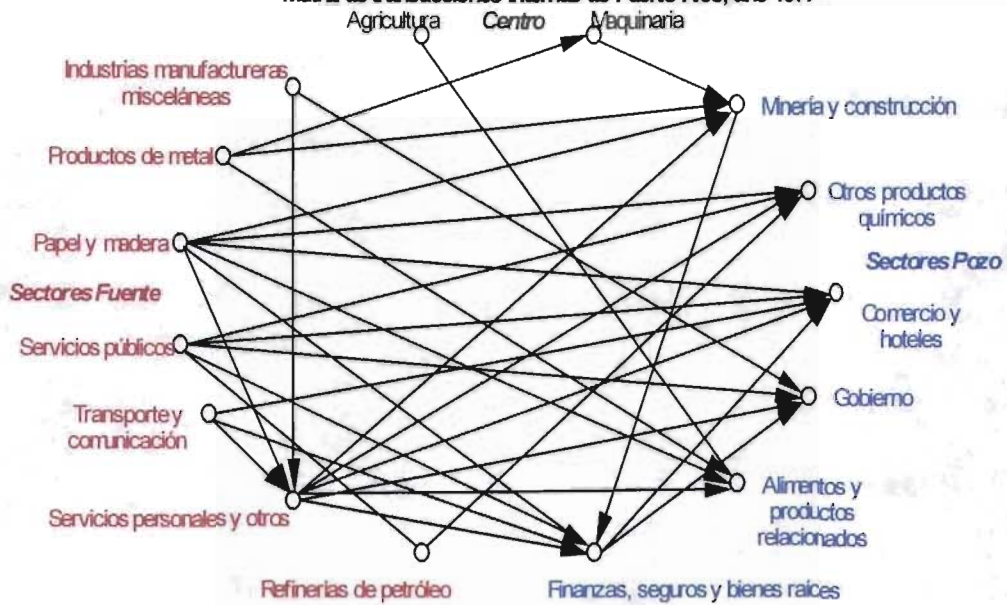
representan el cambio de la estructura económica interna de Puerto Rico a través del tiempo. El cambio estructural mayor fue de 1982 al 1987, cuando 5 de los sectores cambiaron sus posiciones de la Gráfica II.11 a la II.12. De 1972 al 1977 y del 1977 al 1982 cambiaron de posición tres sectores (véanse Gráficas II.9, II.10 e II.11). Para tres de los cuatro años la economía nacional muestra más sectores fuente que pozos, lo que significa una mayor concentración por el lado de la oferta. Sólo en el 1982 hubo un balance entre el número de sectores fuente y pozo.

Los cambios en el número de CI's pueden verse reflejados en las Gráficas II.9, II.10, II.11 y II.12. La II.10 se muestra más densa que la II.9, coincidiendo con el aumento de los CI's de 34 a 45. Se puede apreciar una gráfica más densa para el 1982, al igual que un aumento en los CI's, de 45 a 48. La última gráfica es la menos densa, teniendo 33 CI's.

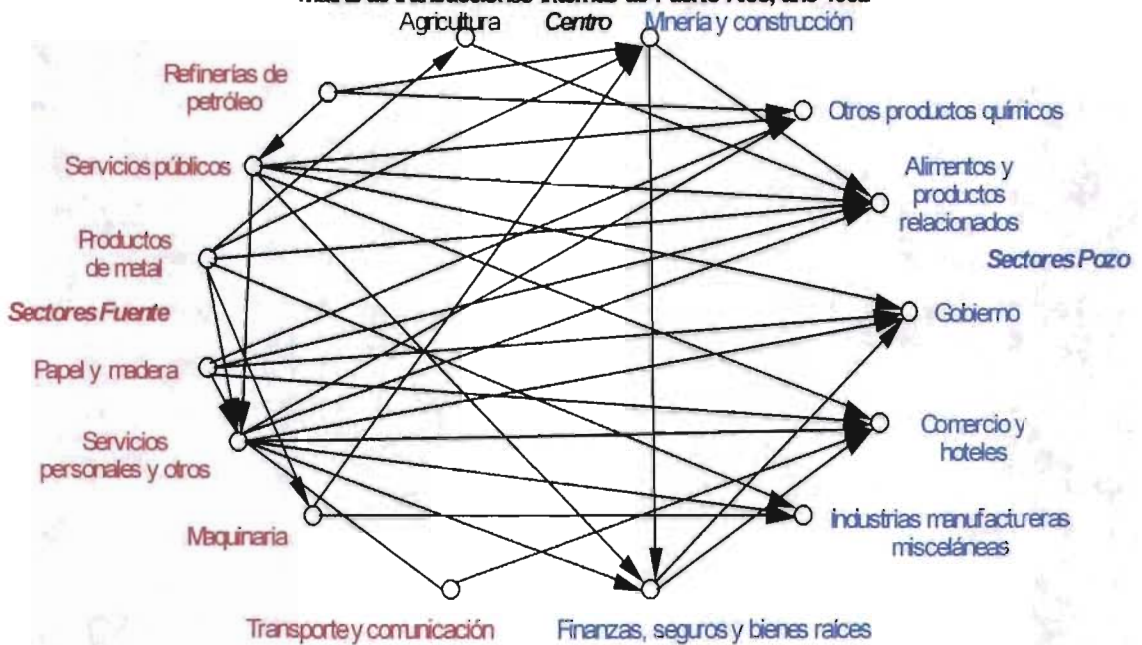


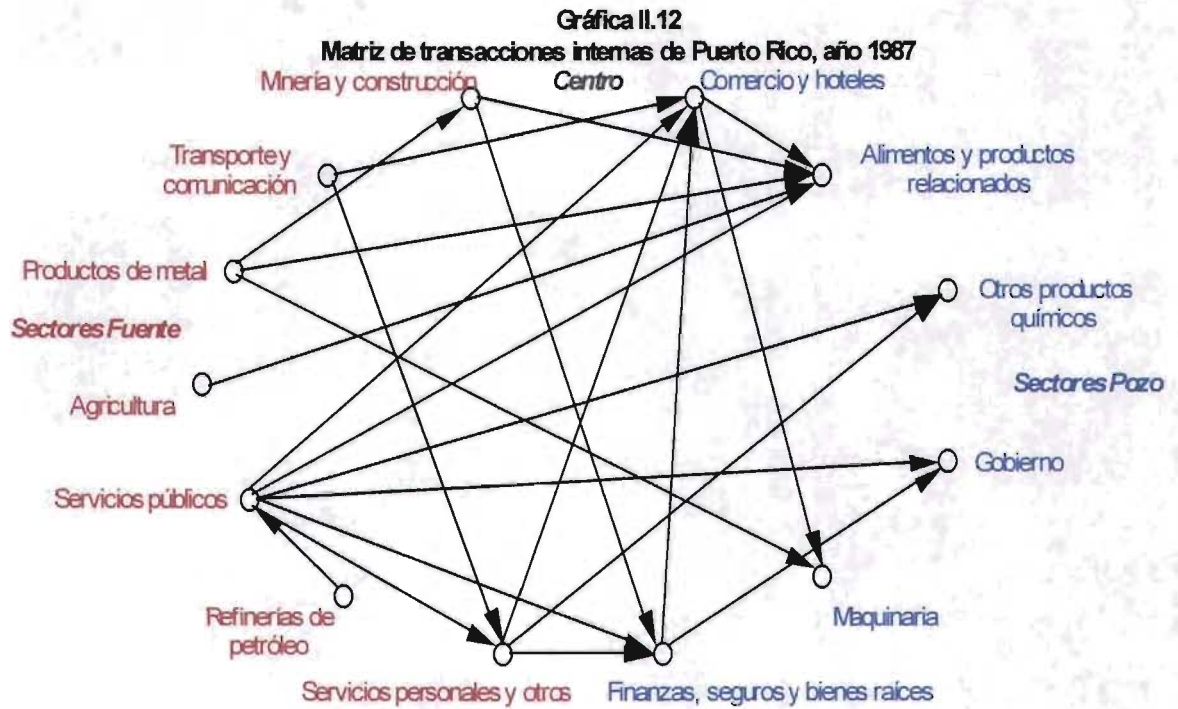
Análisis cualitativo de insumo-producto para el cambio estructural de la economía de Puerto Rico y su comercio interregional

Gráfica II.10  
Matriz de transacciones internas de Puerto Rico, año 1977



Gráfica II.11  
Matriz de transacciones internas de Puerto Rico, año 1982





***Puerto Rico, índices de centralidad y gráficas de la matriz de exportaciones hacia Estados Unidos***

Los sectores fuente son sectores de Puerto Rico con exportaciones significativas hacia sectores de Estados Unidos y, por lo tanto, los que se afectan más por cambios en los coeficientes de comercio. Según el Cuadro II.8, papel y madera, y productos de metal se mantuvieron como sectores fuente en todos los años. Los sectores de agricultura, y servicios personales y otros fueron fuente en tres de los cuatro años.



**Cuadro II.8**  
**Índices de centralidad para la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos (1972-1987)**

Sector	1972	1977	1982	1987
1. Agricultura	0.5	0'	NA	0.33
2. Minería y construcción	infinito*	1	1	1
3. Alimentos y productos relacionados	infinito*	infinito*	NA	infinito*
4. Textiles	1	1	1	1
5. Papel y madera	0.5	0.5	0.5	0.5
6. Otros productos químicos	NA	NA	NA	NA
7. Refinerías de petróleo	NA	infinito*	infinito*	infinito*
8. Productos de metal	0.25	0.25	0.2	0.33
9. Maquinaria	1	2	2	3
10. Industrias manufactureras misceláneas	infinito*	infinito*	infinito*	NA
11. Transporte y comunicación	infinito*	infinito*	infinito*	1
12. Servicios públicos	NA	infinito*	infinito*	infinito*
13. Comercio y hoteles	NA	NA	NA	infinito*
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	NA	NA	NA	NA
15. Servicios personales y otros	1	0'	0'	0'
16. Gobierno	NA	NA	NA	NA

\*Estos sectores no presentan relaciones significativas de oferta, su fila no contiene Cfs.

'Estos sectores no presentan relaciones significativas por la demanda, su columna no contiene Cfs.

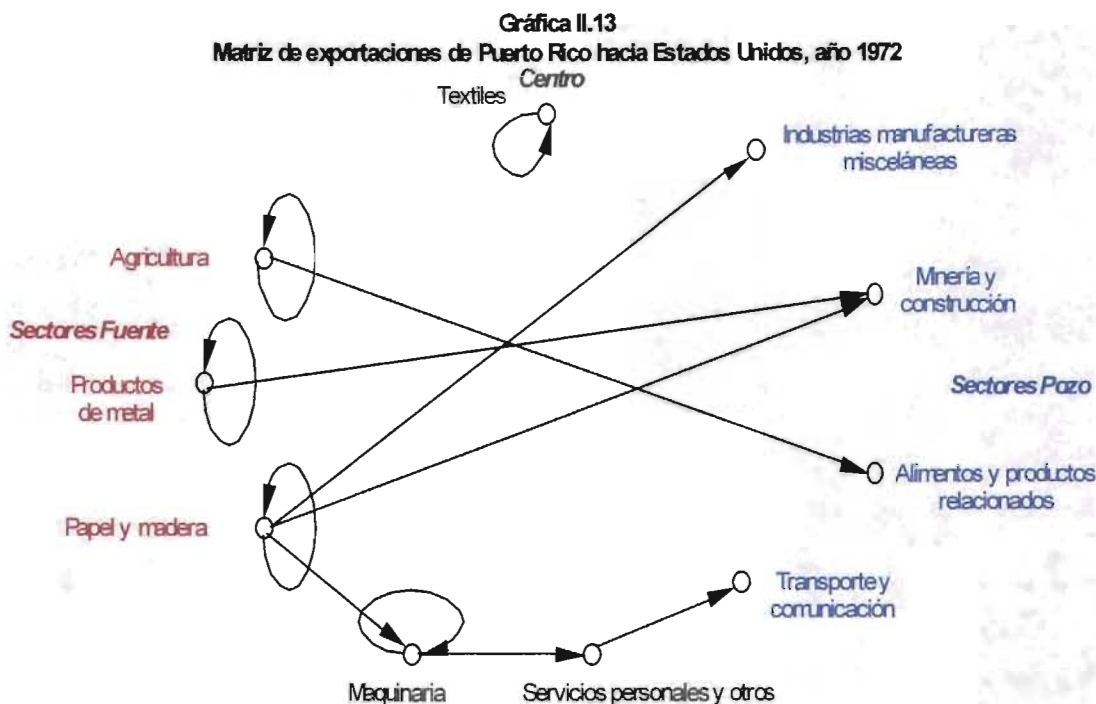
NA Estos sectores no presentan relaciones significativas de demanda ni de oferta, su columna y su fila no contienen Cfs.

Los sectores centro mantienen la misma importancia en Estados Unidos, como importadores respecto a Puerto Rico, que en Puerto Rico como exportadores hacia Estados Unidos. Son importantes en Puerto Rico, ya que su producción es muy sensible a cambios en los coeficientes de comercio. El sector de textiles fue centro para todos los años y minería y construcción para tres de los cuatro años.

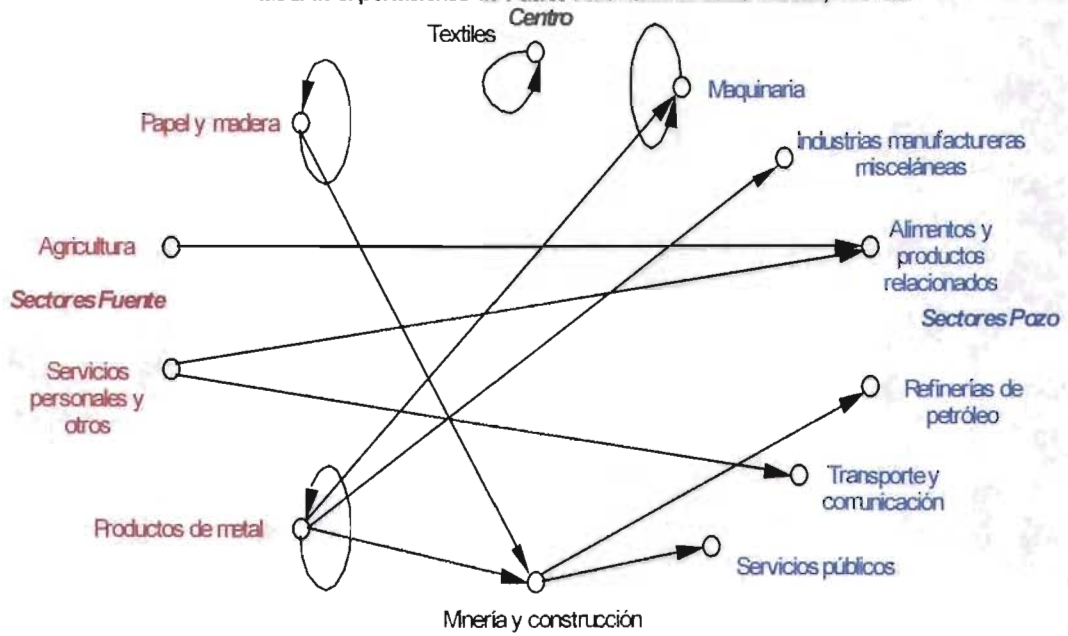
En el caso de las matrices de exportaciones, los sectores pozo son más significativos como importadores en Estados Unidos (en su relación con Puerto Rico) que como exportadores en Puerto Rico (en su relación con Estados Unidos). No hubo ningún sector que se mantuviera como pozo para todos los años, pero para tres de los cuatro años los sectores pozo fueron: alimentos y productos relacionados, refinerías de petróleo, maquinaria, industrias manufactureras misceláneas, transporte y comunicación, y servicios públicos.

Los sectores de gobierno, finanzas, seguros y bienes raíces, y otros productos químicos no presentaron relaciones significativas en ningún año. De los trece sectores restantes, textiles, papel y madera, y productos de metal fueron los únicos que no variaron de posición a través de los años. Por lo tanto, diez sectores mostraron variaciones de posición. Estas variaciones representan el cambio de la estructura de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, y de la de importaciones de Estados Unidos respecto a Puerto Rico. El cambio estructural mayor fue de 1972 al 1977 y de 1982 al 1987, cuando 5 de los sectores cambiaron sus posiciones de la Gráfica II.13 a la II.14 y de la II.15 a la II.16.

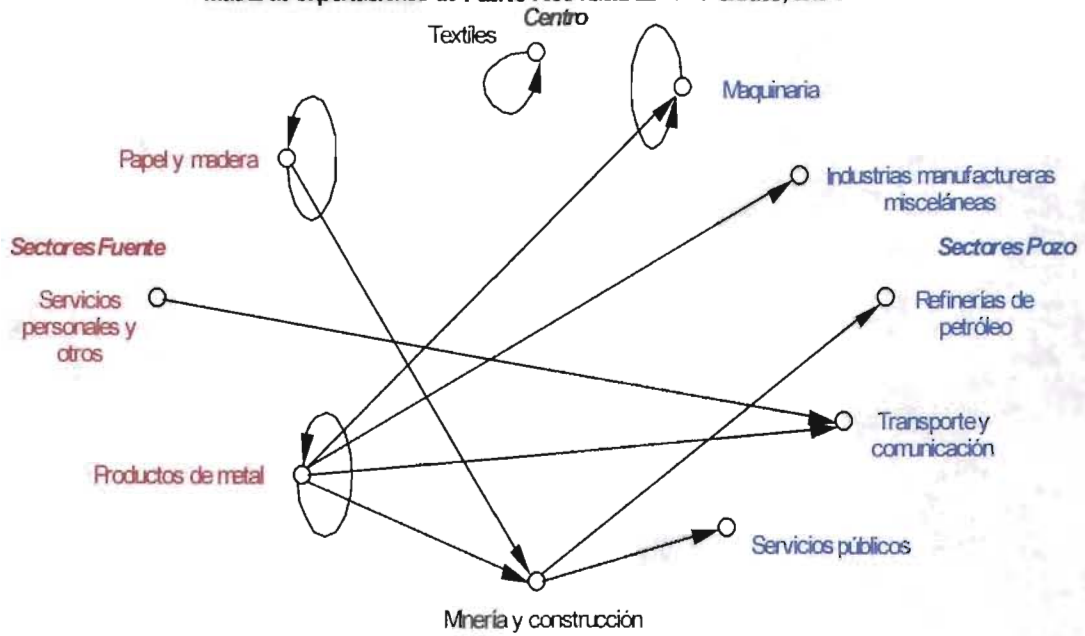
Los cambios en el número de CI's pueden verse reflejados en las Gráficas II.13, II.14, II.15 y II.16. Las gráficas más densas son las del 1977 y el 1987, con 13 y 15 CI's, respectivamente.



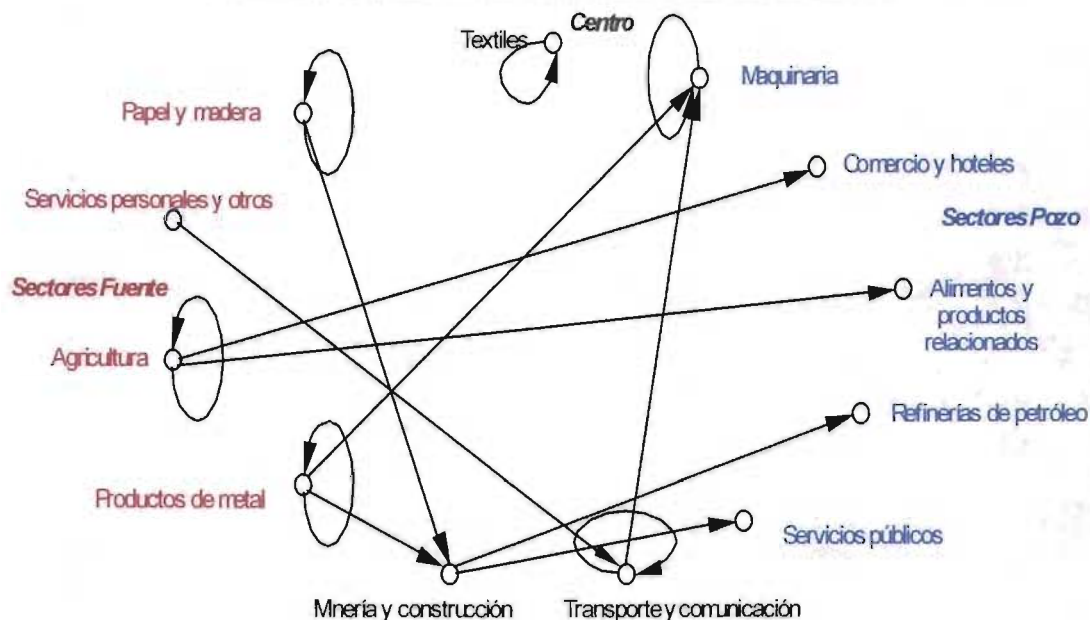
**Gráfica II.14**  
Matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, año 1977



**Gráfica II.15**  
Matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, año 1982



Gráfica II.16  
Matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, año 1987



## II.5. Conclusiones

Con el objetivo de mostrar las relaciones más significativas en la estructura productiva total, interna y de exportaciones hacia Estados Unidos, en este capítulo se analizó la estructura productiva de la economía de Puerto Rico sobre la base del análisis cualitativo de insumo-producto, específicamente mediante el estudio de los coeficientes importantes. Además, se estudió la estructura de la economía de Estados Unidos para analizar sus similitudes y diferencias con la de Puerto Rico, ya que ambos países se relacionan a través de toda la tesis. Se calcularon los coeficientes importantes para las matrices de todos los años y se construyeron las binarias correspondientes. Utilizando los índices de centralidad, se presentaron las relaciones más importantes en las gráficas dirigidas.

Respecto a las matrices de transacciones totales de Puerto Rico, los resultados revelan una estructura económica dinámica de 1972 a 1987. Es decir, que hubo cambio estructural de un año a otro. Los mayores cambios se presentaron del 1972 al 1977 y los menores de

1977 al 1982. A pesar de los cambios en la estructura, se pudo observar cierto grupo de industrias que mantenían su importancia como oferentes o como demandantes. Entre las industrias con más relaciones significativas sobresalieron las manufactureras, por ser las más incentivadas mediante las medidas de política económica implantadas en el periodo.

Al comparar el número de CI's de las matrices totales de Puerto Rico y de las de Estados Unidos se encontró mayor cantidad de CI's en el primero, por lo que se puede concluir que su estructura productiva es más articulada que la del segundo para tres de los cuatro años. Esto puede deberse al rápido proceso de industrialización que ocurrió en la Isla durante esas décadas. Las gráficas de Puerto Rico representan una estructura más densa que la de Estados Unidos para esos años. También los cambios estructurales de la economía de la Isla son más marcados que los de Estados Unidos. Los sectores con el mayor número de CI's también variaron de una economía a la otra, mostrando diferencias estructurales. Sin embargo, en ambos países resaltaron los sectores manufactureros con el mayor número de relaciones significativas.

En los cuatro años estudiados las matrices de Estados Unidos mostraron CI's en todos los sectores en la diagonal principal, mientras que las de Puerto Rico, aunque fueron muchas, no se presentaron para todos los sectores. En Estados Unidos todos los sectores son compradores significativos de ellos mismos, mientras que en Puerto Rico el gobierno y la agricultura no lo fueron para ninguno de los años.

Se encontraron varias similitudes en la estructura productiva de los países. Los sectores de papel y madera, productos de metal, transporte y comunicación y servicios públicos fueron oferentes importantes en ambos países. Los sectores minería y construcción, alimentos y productos relacionados, maquinaria y comercio y hoteles fueron demandantes importantes en ambos países. La agricultura coincidió como centro. A pesar de las similitudes mencionadas, ciertas diferencias muestran que las estructuras no son similares. La economía de Puerto Rico mostró para casi todos los años una concentración

por el lado de la demanda, mientras que en Estados Unidos no hubo una tendencia marcada. En el ámbito de las relaciones internas en los años de 1982 al 1987, los resultados muestran un mayor cambio estructural de la economía de Puerto Rico. La característica más importante es que entre los sectores con el mayor número de CI's sobresalen los servicios, probablemente por el intento de sustituir el debilitamiento de la manufactura.

El grado de interrelación de los sectores de Puerto Rico con los de Estados Unidos, mediante las exportaciones, aumentó y disminuyó a través de los años. Sin embargo, para el 1987 es cuando se mostró más intenso. Alrededor de una cuarta parte de los sectores en Puerto Rico son vendedores significativos de su producción de insumos intermedios al mismo sector en Estados Unidos. La mayoría de los sectores que muestran relaciones significativas de exportación son manufactureros. Un dato interesante es que la agricultura se reorientó hacia el mercado interno por medio de la sustitución de importaciones, pero su exportación hacia Estados Unidos es significativa.

Estos resultados, junto a los de los capítulos siguientes se utilizan en las conclusiones generales de la tesis para demostrar la hipótesis principal. Se destaca la importancia de las relaciones significativas en el sistema, en el ámbito interno y en el comercio exterior, para, junto al resto de los índices, determinar si en efecto la intensidad de los vínculos intersectoriales internos varía en relación inversa con su grado de dependencia. Por lo que en el próximo capítulo se hace un análisis de las características del sistema a base de la integración de los sectores.

Es importante resaltar que fue posible la aplicación de la metodología propuesta al análisis regional. Los coeficientes importantes se transformaron para analizar las relaciones interregionales, las cuales pudieron ser representadas gráficamente. En este último caso, el análisis gráfico cambió para llevar consistencia con el análisis interregional.

## **Capítulo III**

# **Los índices de circularidad estructural agregada y sectorial para la economía de Puerto Rico**

### **III.1. Introducción**

En el capítulo anterior se estudió la estructura productiva de la economía de Puerto Rico mediante el análisis cualitativo. En este capítulo el análisis se extiende al área cuantitativa, para estudiar la integración sectorial de la economía de Puerto Rico en el periodo de 1972 a 1987. Con este propósito, se aplica con frecuencia el análisis de los coeficientes tecnológicos, las técnicas de eslabonamientos hacia delante y hacia atrás y/o las cadenas productivas (Mariña, 1993; Miller y Blair, 1985; Bulmer-Thomas, 1982 y Ciaschini, 1988). En particular se analizará la circularidad estructural agregada y la sectorial, ya que son técnicas que se adaptan mejor al objetivo de la tesis. Los índices de circularidad tienen una ventaja sobre las técnicas anteriores, ya que consideran todas las relaciones (directas e indirectas) del sistema.

El análisis de circularidad estructural agregada es una técnica desarrollada por Lantner (1972a) y modificada por Gazon (1976) para medir la interdependencia de todo el sistema económico, basándose en la interdependencia industrial. Esta medida considera a la estructura en su totalidad y presenta los efectos completos de la transmisión de cambios de la demanda final en la estructura productiva.

Con el índice de circularidad estructural agregada se puede analizar el cambio, a través del tiempo, de la intensidad de los vínculos entre los sectores, en términos totales, internos y con relación a Estados Unidos. El índice de circularidad estructural sectorial puede mostrar qué sectores de la economía mantienen vínculos más complejos internamente y con Estados Unidos.

Para el análisis de los vínculos de los sectores de la Isla con los de Estados Unidos se utiliza la matriz de exportaciones, ya que, a través de éstas, se transmite a la producción de la Isla el efecto de cualquier cambio en la demanda de Estados Unidos. En el caso en que la demanda final y de insumos intermedios de Estados Unidos por productos



puertorriqueños varíe, se afectará la producción de Puerto Rico para suplir ese aumento o disminución. Los sectores en Puerto Rico que exporten una mayor proporción de su producción a Estados Unidos serán más sensibles a esas variaciones.

En la sección III.2 se presenta el índice de circularidad estructural agregada, su aplicación a la economía de Puerto Rico y los resultados. Lo mismo se hará para el índice de circularidad estructural sectorial en la sección III.3. En la III.4 se desarrollan las conclusiones de este capítulo.

### **III.2. Análisis del índice de circularidad estructural agregada**

Lantner (1972b) demuestra que el determinante de la matriz de insumo-producto tiene significado matemático y económico. Para tal demostración, se basó en el Teorema de 1954 de R. Bott y J. P. Mayberry, el cual, considerando una matriz A de orden n donde:

1.  $a_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ) son sus elementos,
2.  $a_{ij} \leq 0$  ( $\forall i \neq j$ ),
3.  $a_{ii} \geq \sum_{j=1}^n a_{ij}$  ( $\forall i \neq j$ ),

forma una nueva matriz B de orden (n+1):

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & n \\ \delta_{10} & 0 & \dots & -a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \delta_{n0} & -a_{n1} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

donde  $\delta_{ij}$  es la suma del  $a_{ii}$  y los distintos  $a_{ij}$ 's correspondientes. Entonces, utilizando esta matriz, el determinante de la matriz A puede expresarse de manera simple por las conexiones de los valores de sus ramificaciones. El determinante enumera todos los

vínculos del sistema, ya que para obtener su valor se efectúa la suma de los productos de los  $n$  coeficientes contenidos en la matriz (Lantner, 1972b).

Para tal demostración, Lantner (1972b) considera una estructura de intercambios compuesta de  $n$  sectores, donde  $\alpha_{ij}$  es el coeficiente tecnológico y  $\delta_i$  es el coeficiente de demanda final (matriz A). Se expresa la ecuación de distribución de la producción del sector  $i$  de la siguiente forma:

$$\alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \dots + \alpha_{in} + \dots + \alpha_{im} + \delta_i = 1 \quad (3.2)$$

La suma de los coeficientes tecnológicos y el de demanda final es igual a 1, lo que significa que todo lo producido por el sector  $i$  es vendido a los demás sectores del sistema y a los componentes de la demanda final. Al despejar por el coeficiente de demanda final, se obtiene:

$$- \alpha_{i1} - \alpha_{i2} - \dots - \alpha_{in-1} + (1 - \alpha_{ii}) - \alpha_{i,i+1} - \dots - \alpha_{im} = \delta_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.3)$$

El coeficiente de demanda final  $\delta_i$  es igual a la totalidad de las ventas (1) menos las proporciones de la producción que son vendidas a los demás sectores (los  $\alpha_{ij}$ 's) y la proporción que es vendida al mismo sector (el  $\alpha_{ii}$ ). El sistema queda entonces de la siguiente manera

$$(I-A) = \delta \quad (3.4)$$

La matriz (I-A) tiene importancia primordial en esta metodología:

$$(I - A) = \begin{bmatrix} (1 - \alpha_{11}) & -\alpha_{12} & \dots & -\alpha_{1n} \\ -\alpha_{21} & (1 - \alpha_{22}) & \dots & -\alpha_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -\alpha_{n1} & -\alpha_{n2} & \dots & (1 - \alpha_{nn}) \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Al calcular el determinante de esa matriz con el Teorema explicado anteriormente se representa a cada sector, a cada vínculo entre  $i$  y  $j$ , a la demanda final de cada sector y a los vínculos intrasectoriales. En una estructura de demanda<sup>1</sup>, la sumatoria de los productos que componen el determinante constituye el origen a partir del cual se transmiten las perturbaciones de demanda final en la estructura productiva. Por lo que se puede considerar al determinante de la matriz  $(I-A)$  como una medida de la transmisión de la influencia de la demanda final de un sector en la estructura productiva (Lantner, 1972b).

El determinante es, entonces, función del arreglo interno de la estructura; es decir, de la posición e intensidad de los vínculos entre los sectores (Lantner, 1972a). La existencia e intensidad de los vínculos pueden variar, lo que puede provocar cambios en el valor del determinante. El determinante posee ciertas características explicadas por Lantner (1972a). Una de ellas es que tiene un valor mínimo que es igual a la inducción global ejercida en la estructura; es decir, al producto de las inducciones transmitidas por el exterior a los sectores de la estructura productiva:

$$\Delta_{\min} = \prod_{i=1}^n \delta_i \quad (3.6)$$

<sup>1</sup> Esto quiere decir que los coeficientes de la matriz son calculados por el lado de la demanda, dividiendo cada elemento de la columna entre la producción del sector  $j$ . Si el cálculo se hiciera dividiendo los elementos de la fila entre la producción del sector  $i$ , los coeficientes serían los de entrega y se estaría analizando la estructura por el lado de la oferta.

donde  $\delta_i = (1 - \alpha_{ii})$ ; sólo se consideran los vínculos intersectoriales y no los intrasectoriales, haciendo de éste la medida máxima de interrelación en un sistema productivo.

Otra característica es que el determinante también posee un valor máximo:

$$\Delta_{\max} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \delta_i) \quad (3.6)$$

donde  $(1 - \delta_i) = \alpha_{ii}$ , lo que indica que sólo se consideran los vínculos intrasectoriales, a lo que Lantner (1972a) llama un sistema en autarquía, ya que los sectores sólo se relacionan con ellos mismos y no existen vínculos intersectoriales. De este análisis se puede deducir que hay una relación inversa entre la interrelación de los sectores y el valor del determinante. A mayor interrelación sectorial, menor es el valor del determinante y viceversa.

Partiendo de los conceptos anteriores, Lantner (1972a) desarrolla la tasa de autarquía sectorial ( $a$ ):

$$a = \frac{1 - \prod \beta_{ii}}{1 - \Delta_{\min}} \quad (3.7)$$

donde  $\prod \beta_{ii} = \delta_i = (1 - \alpha_{ii})$ . Mientras más se acerca la economía al autoconsumo, mayor es la tasa de autarquía<sup>2</sup>. De no existir relaciones intrasectoriales la tasa se hace cero<sup>3</sup>. El autor también desarrolló la tasa de dependencia ( $t$ ) y la de interdependencia ( $i$ ):

<sup>2</sup> En el caso en que aumenten los vínculos intrasectoriales,  $\alpha_{ii}$ , se hace mayor provocando una disminución de  $\prod \beta_{ii}$  y un aumento del numerador de la ecuación y, por consiguiente un aumento de la tasa.

<sup>3</sup> Cuando no existen relaciones intrasectoriales  $\alpha_{ii} = 0$  y  $\prod \beta_{ii} = 1$ , provocando que el numerador sea cero al igual que la tasa.

$$t = \frac{\Delta - \Delta_{\min}}{1 - \Delta_{\min}} \quad (3.8) \quad y \quad i = \frac{\prod \beta_n - \Delta}{1 - \Delta_{\min}} \quad (3.9)$$

donde  $t$  indica cuán triangular es la estructura productiva. Al ser perfectamente triangular  $t=1$ <sup>4</sup>; y la tasa de interdependencia ( $i$ ) mide cuán intensa es la interrelación de los sectores.

Utilizando estas medidas, Lantner (1972a) desarrolla el índice de circularidad estructural ( $c$ ), el cual es la suma de la tasa de autarquía y la de interdependencia, considerando, entonces, los vínculos intrasectoriales e intersectoriales, respectivamente:

$$c = a + i = \frac{1 - \prod \beta_n}{1 - \Delta_{\min}} + \frac{\prod \beta_n - \Delta}{1 - \Delta_{\min}} = \frac{1 - \Delta}{1 - \Delta_{\min}} \quad (3.10)$$

Este índice indica cuán interrelacionada está la estructura productiva o cuán intensos son los vínculos intersectoriales e intrasectoriales, ya que representa el efecto de transmisión a través de la estructura productiva de un cambio en la demanda final del sector  $i$  (Lantner, 1972a). A medida que aumenta la interrelación de los sectores, menor es el valor del determinante y mayor es la circularidad y viceversa. La circularidad no depende entonces del tamaño del coeficiente  $a_j$ , sino de la complejidad de la economía (Aroche, 1993).

Gazon (1976) normaliza la ecuación de circularidad de Lantner (1972a) para convertirla en una tasa de circularidad y su valor fluctúa entre 0 y 1:

$$c = \frac{\frac{1 - \Delta}{\Delta}}{\frac{1 - \Delta_{\min}}{\Delta_{\min}}} \quad (3.11)$$

<sup>4</sup> Cuando una estructura es perfectamente triangular  $\prod \beta_n = \Delta = 1$ , entonces  $t = (1 - \Delta_{\min}) / (1 - \Delta_{\min}) = 1$  (Lantner, 1972a).

El denominador representa la circularidad máxima del sistema dado el valor mínimo del determinante. Por lo que, el numerador representa la circularidad de la estructura productiva en términos absolutos:

$$C = \frac{1 - \Delta}{\Delta} \quad (3.12)$$

La ecuación 3.12 es utilizada por Gazon (1976) como la medida de la intensidad de los vínculos en una estructura productiva y la aplica a las estructuras de Alemania, Francia, Italia, Bélgica y el País Vasco. Aroche (1993) aplicó este índice a Brasil, México y Corea.

Al utilizar la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos ( $A^{PRUS}$ ) se relaciona a los sectores en dos regiones distintas. Los flujos de insumos intermedios van desde el sector  $i$  en Puerto Rico hacia el sector  $j$  en Estados Unidos. En este caso, se utilizarán los coeficientes de entrega ( $\epsilon_{ij}$ 's) en lugar de los de demanda ( $\alpha_{ij}$ 's), ya que el análisis se hará por el lado de la oferta (de las exportaciones). Al calcular el coeficiente por el lado de la demanda, se tiene que dividir el flujo de exportación del sector  $i$  en Puerto Rico entre la producción del sector  $j$  de Estados Unidos, lo cual estaría reportando los datos de exportación en términos de la producción de Estados Unidos. Cuando se calculan por el lado de la oferta, se hacen relativos a la producción en Puerto Rico permitiendo una mejor interpretación de los datos. Los determinantes de las matrices internas y totales de Puerto Rico se calcularon a partir de  $(I-A)$  y no de  $(I-E)$ , pero el resultado es exactamente el mismo, ya que las matrices  $A$  y  $E$  son semejantes en el sentido de sus interrelaciones, por lo que no representa problemas para compararlos con los de la matriz de exportación. Entonces, la ecuación de distribución de las exportaciones del sector  $i$  de Puerto Rico hacia el sector  $j$  de Estados Unidos se expresa de la siguiente forma:

$$\varepsilon_{i1}^{PRUS} + \varepsilon_{i2}^{PRUS} + \dots + \varepsilon_{iu}^{PRUS} + \dots + \varepsilon_{in}^{PRUS} + \delta_i^{PRUS} = 1 \quad (3.13)$$

Los supraíndices y subíndices señalan la región y el sector de origen y de destino de los flujos, respectivamente. El origen es el sector  $i$  de Puerto Rico (PR) y el destino es el sector  $j$  de Estados Unidos (US). La suma de los coeficientes de comercio (los  $\varepsilon_{ij}$ 's) y de la demanda final de US por productos de PR ( $\delta_i$ ) es igual a 1, lo que significa que todo lo producido por el sector  $i$  de PR para la exportación a US es vendido a los demás sectores del sistema estadounidense y a sus componentes de la demanda final. Al despejar por el coeficiente de demanda final, se obtiene:

$$-\varepsilon_{i1}^{PRUS} - \varepsilon_{i2}^{PRUS} - \dots - \varepsilon_{iu}^{PRUS} + (1 - \varepsilon_{iu}^{PRUS}) - \varepsilon_{iu+1}^{PRUS} - \dots - \varepsilon_{in}^{PRUS} = \delta_i^{PRUS}, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.14)$$

Entonces, el coeficiente de demanda final de US por productos de PR es igual al total de las exportaciones de PR a US (1) menos la proporciones que son vendidas a cada uno de los sectores en US. El sistema queda entonces de la siguiente manera:

$$(I-E)^{PRUS} = \delta^{PRUS} \quad (3.15)$$

Nuevamente, la matriz principal en el análisis es la  $(I-E)^{PRUS}$ :

$$(I - E^{PRUS}) = \begin{bmatrix} (1 - \varepsilon_{11}^{PRUS}) & -\varepsilon_{12}^{PRUS} & \dots & -\varepsilon_{1n}^{PRUS} \\ -\varepsilon_{21}^{PRUS} & (1 - \varepsilon_{22}^{PRUS}) & \dots & -\varepsilon_{2n}^{PRUS} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -\varepsilon_{n1}^{PRUS} & -\varepsilon_{n2}^{PRUS} & \dots & (1 - \varepsilon_{nn}^{PRUS}) \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

Al calcular el determinante de la matriz  $(I-E)^{PRUS}$ , se representa a cada sector en PR, sus vínculos con los de US, la demanda final de cada sector en US por productos puertorriqueños y los vínculos intrasectoriales (en este caso vínculos del mismo sector en regiones distintas). La sumatoria de los productos que componen el determinante

constituye el origen a partir del que se transmiten las perturbaciones de demanda final de US por productos puertorriqueños en la estructura de exportaciones de PR y, por consiguiente en su estructura productiva. Por lo que, puede considerarse el determinante de la matriz  $(I-E^{PRUS})$  como una medida de la transmisión de la influencia de la demanda final de un sector de US por productos puertorriqueños en la estructura productiva de PR.

Al aplicar la ecuación de Gazon (1976) a la matriz de exportaciones se podrá estudiar la intensidad de los vínculos entre los sectores y entre las regiones. Es decir, cuán integrada está la estructura productiva de Puerto Rico a la de Estados Unidos a base de las exportaciones del primero al segundo.

El estudio del índice a través del tiempo permite hacer un análisis comparativo entre la integración sectorial interna y la que relaciona al País con Estados Unidos. Además, se calculan los índices de circularidad estructural para las matrices de transacciones totales, internas y de exportaciones hacia Estados Unidos para los años 1972, 1977, 1982 y 1987 (ver información adicional de la obtención y agregación de las matrices en el Apéndice B).

En el Cuadro III.1 se pueden apreciar los resultados del cálculo de la circularidad estructural de la matriz total de Puerto Rico para los años de estudio y su cambio porcentual. La circularidad estructural aumentó de 1972 hasta 1982, lo cual evidencia un sistema productivo más complejo en términos de la intensidad de los vínculos intersectoriales e intrasectoriales. Pero, de 1982 a 1987 hubo una disminución de 84.78 por ciento. Los factores que pudieron haber contribuido al aumento de la circularidad son varios. Como se mencionó en el Capítulo I, desde finales de la década de los cuarenta la clave para el desarrollo económico de Puerto Rico fue la atracción de capital externo, específicamente en el sector manufacturero. Este modelo de enclave manufacturero ubica el proceso de ensamblaje final en Puerto Rico, con un alto grado de importación de insumos y exportación del producto final. Esto promueve el empleo y la



producción; sin embargo, ha habido muchas críticas en cuanto a su efecto en la integración de los sectores. Pero, dado los resultados, se puede decir que la atracción de empresas extranjeras, especialmente estadounidenses, activó la economía de la Isla provocando un aumento en los vínculos intersectoriales.

**Cuadro III.1**  
**Índices de circularidad estructural agregada**  
**para la matriz de transacciones totales de**  
**Puerto Rico**  
**(1972-1987)**

Año	Índice	Cambio %
1972	21.3	
1977	38.0	78.4%
1982	44.4	16.7%
1987	6.8	-84.8%

La primera fase del modelo se basó en la atracción de industrias manufactureras livianas intensivas en la utilización de mano de obra, específicamente la textil. Pero, se afectó por la Ronda Kennedy del GATT, cuando disminuyeron las tarifas que existían contra las importaciones de ropa en países de Oriente. Por esto, en el 1956, se impulsó la segunda fase de industrialización, la cual consistía de petroquímicas y refinerías de petróleo. Esta segunda fase tuvo éxito relativo, ya que en 1973 el embargo petrolero provocó su fracaso, además de afectar a las industrias con altos coeficientes de uso de energía derivada del petróleo. El fuerte vínculo de la economía de Puerto Rico con la de Estados Unidos, contribuyó a que se transmitiera el efecto de la crisis económica de los años 1974-1975. La actividad del gobierno disminuyó a causa de una baja del financiamiento externo, lo que provocó que la actividad económica se desacelerara. Pero, en el año 1976 se aprobó la Sección 936 del Código de Rentas Internas de EE.UU. (explicada en el Capítulo 1). Con la creación de esta Sección, la economía se activó nuevamente y se puede observar que para 1977 hubo otro aumento de los vínculos entre los sectores. Se puede decir que esto contrarrestó los efectos negativos que tuvieron en la Isla el embargo petrolero y la crisis en Estados Unidos.

La Sección 936 sufrió varias enmiendas por problemas de déficit comercial de los Estados Unidos, con el fin de aumentar los recaudos del gobierno federal. Muchas compañías se establecían en Puerto Rico y, según algunos, representaban una fuga de capital para Estados Unidos; además de la posibilidad de lavado de dinero al adjudicar ganancias de la compañía matriz a la subsidiaria en la Isla, liberándolas del pago de contribuciones. En el 1996 se eliminó la Sección 936, permitiendo un periodo de transición de diez años para el cese del incentivo. Las primeras enmiendas pueden haber causado, en parte, la disminución de la circularidad para el año 1987. La primera (1982) aumentó los requisitos de ingreso activo de las empresas, de un 50 por ciento a un 55 por ciento en el 1983, 60 en el 1984 y 65 en el 1985. La segunda (1986) disminuyó la condición de ingreso pasivo a un máximo de 25 por ciento. Lo anterior pudo haber desincentivado a las empresas acogidas a la Sección 936 e incluso causar el cierre de algunas, teniendo un efecto significativo en la interrelación sectorial.

Este mismo ejercicio fue hecho para México con las matrices de 1970, 1975 y 1980 por Aroche (1993)<sup>5</sup>. Es interesante señalar que México, teniendo una política de sustitución de importaciones para ese periodo, mostró unos índices de circularidad muy bajos<sup>6</sup>. Además de sus bajas magnitudes, el índice disminuyó considerablemente a través de los años de estudio. Parecería contradictorio que un país con una política de sustitución de importaciones tenga un nivel de articulación tan bajo y en disminución, mientras que Puerto Rico, con una política de atracción de capital externo, haya mostrado un nivel de articulación mayor y en ascenso para el mismo periodo, aunque la sustitución de importaciones no necesariamente implica integración, a menos que vaya en un sentido definido. El caso de Brasil, en el mismo estudio (Aroche, 1993), muestra una economía

---

<sup>5</sup> Es importante señalar que los índices de circularidad no son comparables de un país a otro, ya que la agregación de las matrices puede afectar el valor del determinante. El índice es comparable en matrices con la misma clasificación de sectores y la misma agregación.

<sup>6</sup> Los índices de circularidad estructural de México correspondientes a las matrices de 1970, 1975 y 1980 fueron 14.3825, 11.3590 y 8.1619, respectivamente.

con fuertes vínculos para la matriz de 1980<sup>7</sup>, provocados por una estrategia de sustitución de importaciones y de especialización sectorial.

El Cuadro III.2 revela el comportamiento de la interrelación sectorial interna de la economía de Puerto Rico; es decir, de los vínculos en términos de la producción nacional. Se puede observar, por la magnitud de las cifras, que los vínculos de la estructura productiva interna no son muy intensos, el índice fluctúa entre 1 y 4 con algunos puntos porcentuales. Muestra un aumento desde 1972 hasta el 1977 y disminuciones hasta el 1987.

**Cuadro III.2**  
**Índices de circularidad estructural agregada**  
**para la matriz de transacciones internas de**  
**Puerto Rico**  
**(1972-1987)**

Año	Índice	Cambio %
1972	2.7	
1977	4.8	76.9%
1982	2.5	-48.3%
1987	1.4	-42.7%

Como se indicó en el Capítulo 1, la segunda fase de industrialización impulsada a partir de la segunda mitad de la década de los cincuenta en adelante, se basó en las petroquímicas y las refinerías de petróleo. Uno de los objetivos fue aumentar los vínculos sectoriales internos, mediante la atracción de empresas que utilizarían derivados del petróleo como materia prima. Pero, con el embargo petrolero del 1973 y la crisis de los Estados Unidos del 1974-1975 se evidenció el fracaso de esa fase del modelo de desarrollo. De todos modos, la circularidad estructural interna aumentó del año 1972 al 1977 en un 76.90 por ciento. Esto pudo ser provocado por la aprobación de la Sección 936 en el 1976, ya que la atracción del capital externo pudo hacer que los vínculos internos aumentaran en primera instancia, debido a una mayor demanda de insumos para

---

<sup>7</sup> El índice de circularidad estructural de Brasil correspondiente a la matriz de 1980 fue de 69.9156.

el establecimiento de las nuevas empresas. Aunque, inicialmente, la Sección pudo haber tenido ese efecto, la disminución de los vínculos internos para el 1982 y 1987 pudo ocurrir por un aumento en la importación de sus insumos y la exportación de su producto final. En Puerto Rico, se llevaba a cabo sólo el ensamblaje del producto y la Isla no representaba un gran mercado. Esto no quiere decir que no hay vínculos entre las industrias que poseen el mayor número de esas empresas y las industrias más significativas en la estructura productiva interna, sino que sus interrelaciones pudieron haber sido mayores en su etapa de establecimiento en la Isla.

Los vínculos fuertes de la economía de Puerto Rico con Estados Unidos se deben a su relación política, ya que establece también las relaciones económicas. En la Ley Jones de 1917 se reservan a Estados Unidos los poderes en cuanto a aduanas, migración, correos, leyes de cabotaje, defensa y comercio, entre otros. Una de las cosas que más ha influenciado la relación de Puerto Rico con el Resto del Mundo y Estados Unidos es la ley de cabotaje, la cual impone la utilización de barcos con banderas estadounidenses en el transporte marítimo, siendo una de las más caras del Mundo.

El Cuadro III.3 muestra el grado de vinculación de la economía de Puerto Rico con la de Estados Unidos, a base de las exportaciones hacia esa región. Según el Cuadro, la relación de la economía puertorriqueña con Estados Unidos se hizo más compleja desde el 1972 hasta el 1977, y luego se debilitó hasta el 1987. Como se observa los resultados son muy variables, se puede suponer que parte de dicha variabilidad se debe a los hechos que se explican en el siguiente párrafo.

**Cuadro III.3**  
**Índices de circularidad estructural agregada**  
**para la matriz de exportaciones de Puerto**  
**Rico hacia Estados Unidos**  
**(1972-1987)**

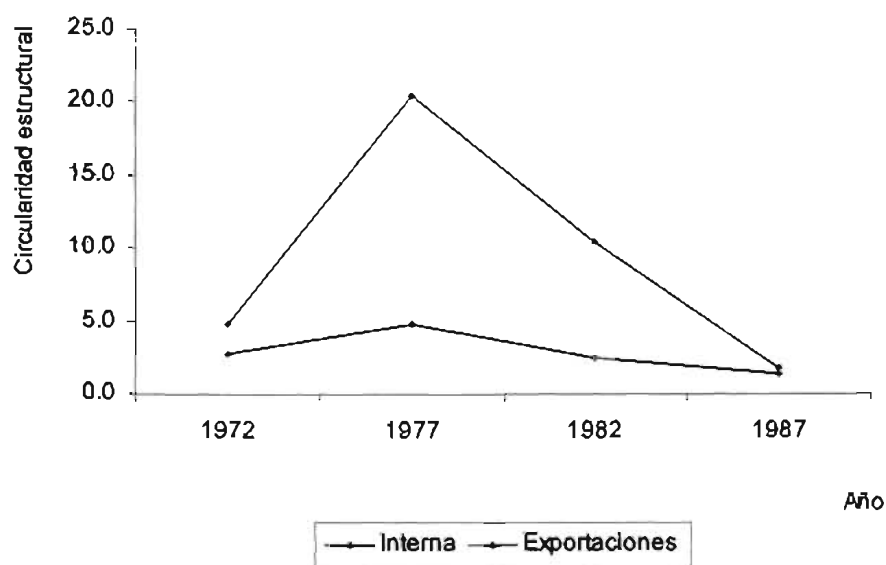
Año	Índice	Cambio %
1972	4.8	
1977	20.5	324.7%
1982	10.4	-49.2%
1987	1.8	-83.1%

Se puede decir que las políticas de atracción de capital externo tuvieron el efecto esperado con relación a los vínculos con el exterior del 1972 al 1977. Con más razón si se considera que estas empresas exportaban gran parte de su producto hacia Estados Unidos. Luego de la década de los setenta, la economía de Puerto Rico entró en un periodo de inestabilidad (como se mencionó en el Capítulo 1). La manufactura fue el sector más incentivado por políticas industriales de atracción de capital externo. Pero, en ese periodo de inestabilidad, se debilitó en términos de su producción y capacidad de creación de empleos, elemento que pudo haber provocado parte de la disminución de los vínculos de la Isla con Estados Unidos del 1977 al 1987. Otros factores relativos a la disminución de los vínculos con Estados Unidos pudieron haber sido las enmiendas a la Sección 936. El colapso de las cifras para el 1987 también puede deberse a problemas con la base de datos del 1987, ya que siempre rompe con las tendencias.

En la Gráfica III.1 se relacionan los índices de circularidad estructural interna y los de exportación a Estados Unidos. Las relaciones de Puerto Rico con Estados Unidos se muestran más intensas que las internas para todos los años. Se observa que cada vez que en la economía se fortalecen (debilitan) los vínculos con Estados Unidos también se intensifican (debilitan) los vínculos internos. La dirección del cambio de la intensidad de los vínculos internos y los que relacionan a la región con el exterior es la misma. Esto no quiere decir que los cambios en una sean función de los cambios en la otra. Los vínculos internos y/o con el exterior se intensificarán o debilitarán en la medida en que la estructura responda a decisiones de política económica. La manera en que responda la

estructura depende de las características que esta posea. Entonces, los cambios de los vínculos internos no son función de los cambios de los vínculos con el exterior ni viceversa; sino que ambos dependen de las medidas de política económica y de cómo su efecto se transmite en ambas estructuras productivas.

**Gráfica III.1**  
Índices de circularidad estructural interna y de exportaciones



Las medidas de política económica implantadas en Puerto Rico pueden, directamente, provocar cambios en los vínculos internos; dependiendo del tipo de política y de las características que posea esa estructura, éstos se intensificarán o debilitarán. Pero, también pueden afectar directamente la intensidad de los vínculos de Estados Unidos con Puerto Rico<sup>8</sup>; lo que hará que se intensifiquen o debiliten dependiendo de las características que posea la estructura de sus exportaciones hacia Puerto Rico y del tipo

<sup>8</sup> Los vínculos de Estados Unidos con Puerto Rico y los de Puerto Rico con Estados Unidos son conceptos diferentes. Los primeros se estudian sobre la base de la matriz de exportaciones de Estados Unidos hacia Puerto Rico, ya que mediante algún cambio en las compras que hace Puerto Rico a Estados Unidos es que puede transmitir algún efecto en su producción. Los otros se analizan sobre la base de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, ya que mediante algún cambio en las compras que hace Estados Unidos a Puerto Rico es que puede transmitir algún efecto en su producción.

de política. En cambio, las implementadas en Estados Unidos pueden, directamente, provocar cambios en los vínculos de Puerto Rico con Estados Unidos; éstos se intensificarán o debilitarán en función del tipo de política y de las características que posea la estructura de exportaciones de la Isla hacia Estados Unidos. Sin embargo, la implantación de cualquier medida de política económica en ambos países podrá, indirectamente, provocar cambios en los vínculos de todas las estructuras (las internas y las que los relacionan).

En Puerto Rico, se observó que los vínculos internos y los que relacionan a la Isla con Estados Unidos se intensificaban y debilitaban a la vez. Con el análisis sectorial en la siguiente sección se podrá abundar más acerca de las características de las distintas estructuras productivas y de dichos cambios.

### ***III.3. Análisis del índice de circularidad estructural sectorial***

En la Sección III.2 se calculó el índice de circularidad estructural agregado con el cual se pudo hacer un análisis general de la integración de los sectores en la economía de Puerto Rico. En esta parte se desarrolla, calcula y analiza el índice de circularidad estructural sectorial. El propósito de la construcción y aplicación de este índice es poder estudiar tres aspectos importantes. El primero es determinar cuáles son los sectores más importantes en la integración interna y con el exterior; el segundo, qué sectores coinciden en la integración interna y externa; y por último, examinar el cambio estructural a través del tiempo. Las estructuras productivas que se examinarán en el último punto serán la total, la interna y la de exportaciones hacia Estados Unidos. Este ejercicio se hará para las matrices del periodo establecido (1972, 1977, 1982 y 1987).

Gazon (1976) expone el análisis estructural sectorial como el estudio de las influencias de un sector en el resto de la economía. En el 1989 realiza una aplicación a la relación entre dos sectores ( $i, j$ ) de una matriz de orden  $(3 \times 3)$ . Según su análisis, un sector  $i$  puede tener

influencias directas sobre un sector  $j$  ( $I_{i \rightarrow j}^D$ ) a través de las trayectorias<sup>9</sup> que los relacionan. Esta se calcula multiplicando los coeficientes directos que relacionan a los dos sectores. El cálculo se hace para cada camino que relacione a  $i$  con  $j$ . Luego, se calcula la influencia total ( $I_c^T$ ) del camino ( $c$ ) o trayectoria correspondiente, desarrollado por Lantner (1972a):

$$I_c^T = I_c^D * M_c \quad (3.17)$$

donde  $M_c$  es el efecto multiplicador de cada camino en el resto del sistema, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$M_c = \Delta_c / \Delta \quad (3.18)$$

donde  $\Delta$  es el determinante de la matriz  $(I-A)$  y  $\Delta_c$  es el determinante de la matriz que queda cuando se eliminan los sectores correspondientes. La influencia total muestra la influencia directa del sector  $i$  al sector  $j$  a través de un camino y su efecto en el resto del sistema, contabilizado por el multiplicador. La influencia global ( $I_{i \rightarrow j}^G$ ) de  $i$  a  $j$ , mediante todos los caminos que los relacionan, se calcula con la suma de las influencias totales. La  $I_{i \rightarrow j}^G$  representa la actividad inducida del sector  $i$  al sector  $j$  dado un impulso unitario de demanda final del sector  $i$  a través de todos los caminos que relacionen ambos sectores (Gazon, 1989). El análisis de la influencia global permite conocer la transmisión de la actividad al integrar los efectos inducidos por cada uno de los caminos. El estudio de los caminos de la actividad informa a los responsables de la política económica los sectores más importantes en términos de la transmisión de un impulso de demanda al resto de la economía. Además, permite analizar la estructura del sistema productivo. Puede interpretarse como una circularidad estructural de los vértices<sup>10</sup> del sistema, donde la

---

<sup>9</sup> Los conceptos teóricos referentes al análisis cualitativo utilizados en este capítulo fueron definidos y explicados en el Capítulo 2. De existir alguna duda hacer referencia a dicho capítulo.

<sup>10</sup> Un vértice es la relación existente entre el sector  $i$  y el  $j$ , la cual puede representarse mediante el coeficiente tecnológico.



influencia global puede ser un indicador de cuán complejas son las relaciones de  $i$  con  $j$  a través de las distintas trayectorias que los unen.

Una desventaja de la metodología anterior es que para analizar toda la estructura hay que calcular la influencia total a cada uno de los caminos que relaciona a  $i$  con  $j$ , es decir a cada vértice. Cada vértice puede poseer varios caminos que los relacionen. Por ejemplo, en una matriz de orden (16x16) (como es el caso de esta tesis) hay 256 vértices y, de cada uno poseer al menos un camino, tendrían que estudiarse 256 caminos. Generalmente, cada vértice está relacionado por más de un camino, lo que haría de esta metodología una muy larga para su aplicación. Según Gazon (1989), Docquier (en el 1989) la aplicó a la matriz de 1980 de la economía belga, pero sólo tomando en consideración las relaciones más significativas del sistema. Otra desventaja es que los resultados se muestran para cada vértice y no para cada sector.

Uno de los propósitos de este capítulo es señalar los sectores que se relacionan con el resto de la economía a través de trayectorias complejas. Así, se conocerán los sectores que involucran una gran cantidad de otros sectores en su relación con el resto de la economía. Es decir, los sectores que al transmitir impulsos de demanda al sistema, lo hacen a través de trayectorias que involucran un gran número de sectores. Estos son importantes, ya que pueden activar gran parte de la economía mediante la transmisión de un impulso unitario. La metodología de Gazon (1989) se acerca mucho al análisis deseado, pero por sus desventajas no será aplicado. Por lo tanto, se propone otra técnica más corta, en la cual sólo se consideran las trayectorias más largas del sistema que relacionan a un sector con otro. El criterio para la selección de ese subconjunto de trayectorias es que son las que transmiten cualquier impulso de demanda a un número mayor de sectores al relacionar a  $i$  con  $j$ .

El método a utilizarse es desarrollado en esta tesis y se deriva del análisis cualitativo de insumo-producto explicado en el capítulo anterior. A cada matriz (A) se le relaciona una

matriz binaria o de incidencia ( $I_A$ ), compuesta de unos y ceros, donde:  $i_{ij}=1$ , si  $a_{ij}>0$  y  $i_{ij}=0$ , si  $a_{ij}=0$ . Es decir, si  $i_{ij}=1$ , se conecta  $i$  con  $j$  y si  $i_{ij}=0$   $i$  no se conecta con  $j$ . No se utilizan filtros, ya que se quieren considerar todas las relaciones del sistema.

También pueden conocerse las relaciones indirectas entre las industrias mediante las matrices  $A^2, A^3, A^4, \dots, A^k$ , donde  $k$  es el número máximo de aristas o longitud de la senda o trayectoria que relaciona el vértice  $(i,j)$ . La matriz  $A^2$  representa las relaciones indirectas entre los sectores a través de las trayectorias de longitud dos, la matriz  $A^3$  representa las de longitud tres y así sucesivamente hasta  $A^k$ . A cada una de estas matrices se le asociará una matriz binaria, mostrando así todas las relaciones indirectas del sistema.

Esta es la base para la construcción del índice de circularidad estructural sectorial, el cual muestra cuán vinculados están los sectores a la estructura productiva. A cada matriz que muestre relaciones directas o indirectas ( $A, A^2, A^3, A^4, \dots, A^{n-1}, A^n, \dots, A^{k-1}, A^k$ ) se le asocia una matriz binaria, la cual indica las trayectorias de distintas longitudes existentes<sup>11</sup> (Aroche, 1996; De Mesnard, 1995). La matriz binaria de  $A$  indica las trayectorias existentes de longitud 1; es decir, las directas. Análogamente, la de  $A^2$  muestra las trayectorias de longitud dos, y así sucesivamente hasta  $A^k$ , la cual enumera las de longitud  $k$ . La matriz  $A$  se elevará hasta el exponente con el cual todos los elementos de su binaria se conviertan en cero<sup>12</sup>, lo que indicará el fin de la trayectoria. Si la relación entre los sectores  $i$  y  $j$  se mostró hasta  $A^k$  significa que la trayectoria de longitud máxima que los relaciona es de longitud  $(k-1)$ . De la misma forma, se podrán conocer las trayectorias de longitud máxima relacionadas a cada vértice  $(i,j)$ . Mientras mayor sea la trayectoria que une al sector  $i$  con el sector  $j$ , más sectores se relacionan a través de ésta, por tal razón su importancia.

---

<sup>11</sup> No se utiliza álgebra booleana para el cálculo de las binarias por la crítica de De Mesnard (1995) expuesta en el capítulo 2.

<sup>12</sup> Considerando sólo cuatro lugares decimales en los coeficientes.

La longitud de la trayectoria máxima ( $k^*$ ) se dividirá entre la longitud de la trayectoria que relacione a todos los sectores de la economía y regrese al sector inicial ( $m$ ). Esto con el propósito de incluir a todos los sectores y a las trayectorias, sendas o caminos hamiltonianos (de existir alguno). Una trayectoria hamiltoniana es aquella que comienza en el sector  $i$  y llega al sector  $j$  (donde  $i \neq j$ ), relacionando todos los sectores de la economía (Lantner, 1972a).

$$\text{índice del vértice } (i,j) = k_{ij}^*/m \quad (3.19)$$

Este índice puede tener un valor mínimo de cero; en ese caso, el sector  $i$  no se relaciona con el sector  $j$ ; es decir, no existen trayectorias que los relacionen. Si su valor es 1 se podrá referir a trayectorias hamiltonianas, en el caso en que  $i=j$ . Estos pueden hallarse en la diagonal principal de la matriz  $A^n$  (donde  $n$  es el número de sectores). Entonces, mientras mayor es el índice más compleja es la trayectoria que relaciona a  $i$  con  $j$ .

En este caso, el número de sectores es 16, por lo tanto  $m=16$ . Si el sector  $i$  se relaciona con el sector  $j$  en una trayectoria máxima de  $k^*$  aristas, este número será dividido entre 16, construyendo el índice para el vértice  $(i,j)$ :

$$\text{índice del vértice } (i,j) = k_{ij}^*/16 \quad (3.20)$$

El índice para el vértice  $(i,j)$  se utiliza para la construcción del índice de circularidad estructural del sector  $j$ . Para el índice del sector  $j$  se consideran todos los vértices que lo asocian a los demás sectores y a él mismo por el lado de la demanda ( $a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, \dots, a_{nj}$ ). Se calculan los índices correspondientes a éstos y son sumados. Dicha sumatoria se divide entre  $n$ , donde  $n$  representa el número de sectores. Es decir, el índice de circularidad estructural del sector  $j$  ( $N_j$ ) es sólo un promedio de los índices de los vértices correspondientes a  $j$ :

$$\phi_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{k_{ij}}{m}}{n} \quad (3.21)$$

Mientras mayor sea  $N_j$ , mayor será la integración del sector  $j$  con el resto de la economía por el lado de la demanda. Al considerar las trayectorias de longitud máxima que unen al sector  $j$  con el resto de los sectores y con él mismo a través de las compras de insumos intermedios, la integración de ese sector se analiza en el sentido en que  $j$  se relacione al resto de la economía a través de las sendas que involucran el mayor número de sectores posibles. Las implicaciones de política económica son evidentes, ya que al incentivar a los sectores con los índices más altos, el efecto se transmitirá a un mayor número de sectores en el sistema. La transmisión del incentivo ocurrirá mediante los choques de demanda de insumos intermedios. Considerando los sectores  $i$ ,  $j$  y  $l$ , en el caso en que  $j$  demande insumos intermedios de  $i$ , e  $i$  del sector  $l$ , una política industrial que incentive la producción de  $j$  aumentará su demanda de insumos intermedios de  $i$ , e  $i$  incrementará su demanda de insumos intermedios de  $l$ . Así, el efecto de la política industrial se transmitirá a un gran número de sectores, si el sector incentivado se relaciona con el resto de la economía mediante trayectorias de gran longitud.

Esta metodología se aplica a las matrices de transacciones totales e internas de Puerto Rico y a las de exportaciones hacia Estados Unidos, para los años 1972, 1977, 1982 y 1987. Al utilizar la matriz interna, se referirá a la integración del sector  $j$  con los demás sectores nacionales y con él mismo. Entonces, los sectores con un índice alto son los que transmiten mejor al resto de la economía nacional el efecto de un incentivo en su producción.

En la matriz de importaciones de Puerto Rico respecto a Estados Unidos el sector  $j$  está en Puerto Rico y le compra al sector  $i$  en Estados Unidos. Por lo que si se incentiva el sector  $j$  en Puerto Rico el efecto se transmitirá a los sectores que le venden, los cuales se encuentran en Estados Unidos. Para esta investigación lo anterior es poco significativo,

haciéndose más interesante el análisis de la matriz de importaciones de Estados Unidos respecto a Puerto Rico (o, lo que es lo mismo, la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos). En esa matriz el sector que demanda,  $j$ , está en Estados Unidos y el efecto de un incentivo en él se transmitiría a los sectores que le venden, que, en este caso, se encuentran en Puerto Rico. Por lo tanto, al analizar la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos el índice de circularidad indicaría cuán integrado está el sector  $i$  de Puerto Rico a Estados Unidos, mediante la estructura de exportaciones. Los coeficientes de comercio se calculan por el lado de la oferta (coeficientes de entrega), ya que están en términos de la producción de Puerto Rico. Entonces el índice quedará de la siguiente manera:

$$\phi_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{k_y^*}{m}}{n} \quad (3.22)$$

Mientras mayor sea  $N_i$ , mayor será la integración del sector  $i$  en Puerto Rico con la economía de Estados Unidos por el lado de la oferta. Al considerar las trayectorias de longitud máxima que unen al sector  $i$  de Puerto Rico con los sectores en Estados Unidos a través de las ventas de insumos intermedios, la integración de ese sector se analiza en el sentido en que  $i$  se relacione a la economía de Estados Unidos a través de las sendas que involucran el mayor número de sectores posibles. Las implicaciones de política económica son evidentes, ya que al incentivar a los sectores en Estados Unidos, el efecto se transmitirá a un mayor número de sectores en Puerto Rico.

Los resultados para cada sector se organizan en un cuadro como el III.4. En la primera columna se presentan los vértices ( $i,j$ ). La segunda columna esta compuesta por la longitud correspondiente a la trayectoria más larga de cada vértice. En la tercera columna aparece el índice del vértice. En la última celda a la derecha se presenta el índice

de circularidad estructural sectorial para el sector  $j$  o  $i$  (dependiendo de qué matriz se esté analizando).

**Cuadro III.4**  
**Metodología para la organización de**  
**los índices por vértice**

Sector		
Vértice	Longitud	Índice
$\phi$		

El cálculo de esta variable es complementario al análisis de circularidad estructural agregada, ya que el comportamiento de la integración de la estructura productiva no sólo puede analizarse en términos agregados, sino también sectoriales. En los Cuadros III.5, III.6 y III.7 se muestran los  $N_j$  de las matrices de transacciones totales, internas y las de exportaciones hacia US, respectivamente (los resultados de cada sector por vértice se presentan en el Apéndice C).

Se encontró que en Puerto Rico el comportamiento de los vínculos internos y los externos era igual. Entonces, el análisis en esta sección permitirá estudiar los vínculos en el ámbito sectorial y su cambio, y conocer las características de las estructuras productivas.

En el Cuadro III.5 la circularidad estructural sectorial muestra un comportamiento a través de tiempo análogo al de la circularidad estructural agregada de la matriz total presentada en el Cuadro III.1. Se puede notar un aumento de todos los índices desde el 1972 hasta el 1977. Desde 1977 hasta el 1982 permanecieron más o menos constantes, con leves aumentos y disminuciones de algunos y una drástica disminución para todos desde el 1982 hasta el 1987.

Los sectores con los índices más altos para todos los años; es decir, los que se relacionan al resto de la economía mediante trayectorias más complejas, fueron los manufactureros, y minería y construcción. Los índices más bajos fueron los servicios y la agricultura, aunque para 1987 los servicios adquieren mayor importancia en términos relativos.

**Cuadro III.5**  
Índice de circularidad estructural sectorial para la matriz de transacciones totales de Puerto Rico (1972-1987)

Sector	1972	1977	1982	1987
1. Agricultura	0.66	0.92	0.95	0.41
2. Minería y construcción	0.70	1.02	1.02	0.45
3. Alimentos y productos relacionados	0.71	1.01	1.03	0.43
4. Textiles	0.73	0.94	0.92	0.40
5. Papel y madera	0.69	1.00	0.96	0.37
6. Otros productos químicos	0.70	1.07	0.98	0.39
7. Refinerías de petróleo	0.74	1.29	1.19	0.52
8. Productos de metal	0.73	1.05	1.00	0.36
9. Maquinaria	0.68	0.98	0.96	0.41
10. Industrias manufactureras misceláneas	0.69	0.98	1.08	0.39
11. Transporte y comunicación	0.61	0.97	0.85	0.41
12. Servicios públicos	0.67	1.14	1.14	0.48
13. Comercio y hoteles	0.57	0.85	0.85	0.40
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	0.61	0.91	0.85	0.42
15. Servicios personales y otros	0.63	0.91	0.83	0.41
16. Gobierno	0.61	0.82	0.85	0.40

El Cuadro III.6 muestra el comportamiento de la circularidad estructural sectorial de la matriz interna de Puerto Rico a través del tiempo. Los datos indican cuán complejas son las relaciones de un sector con el resto de la economía nacional. Según estos, la integración interna se hizo más compleja desde el 1972 hasta el 1977, aumentando el índice de todos los sectores. Luego, desde el 1977 hasta el 1987 hubo un desplome de los vínculos internos en casi todos los sectores, excepto para las refinerías de petróleo que muestra un leve aumento en su índice desde el 1982 hasta el 1987. Este comportamiento concuerda con los resultados de la circularidad estructural agregada de la matriz interna, presentados en el Cuadro III.2.

Cuadro III.6  
Índice de circularidad estructural sectorial para la matriz de transacciones internas de Puerto Rico  
(1972-1987)

Sector	1972	1977	1982	1987
1. Agricultura	0.33	0.41	0.34	0.26
2. Minería y construcción	0.34	0.41	0.36	0.27
3. Alimentos y productos relacionados	0.35	0.42	0.38	0.28
4. Textiles	0.33	0.36	0.30	0.23
5. Papel y madera	0.33	0.41	0.35	0.23
6. Otros productos químicos	0.34	0.41	0.31	0.24
7. Refinerías de petróleo	0.34	0.38	0.23	0.24
8. Productos de metal	0.31	0.41	0.35	0.21
9. Maquinaria	0.32	0.39	0.34	0.23
10. Industrias manufactureras misceláneas	0.34	0.39	0.36	0.23
11. Transporte y comunicación	0.33	0.41	0.34	0.26
12. Servicios públicos	0.32	0.38	0.29	0.26
13. Comercio y hoteles	0.30	0.36	0.34	0.27
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	0.31	0.41	0.35	0.29
15. Servicios personales y otros	0.31	0.39	0.33	0.25
16. Gobierno	0.31	0.39	0.34	0.26

Para 1972 y 1977 los sectores con relaciones más complejas con el resto de la economía nacional lo fueron la agricultura, minería y construcción y la mayoría de los sectores manufactureros. Para esos mismos años los servicios se encuentran entre los índices más bajos. Sin embargo, para los años 1982 y 1987 se perfiló un cambio, los servicios se convirtieron en los sectores con los vínculos más complejos en la estructura interna, junto a la agricultura y minería y construcción. Casi todos los sectores manufactureros, excepto alimentos y productos relacionados, obtuvieron los índices más bajos, disminuyendo así la complejidad de sus vínculos con la estructura interna. El sector con interrelaciones internas menos complejas lo es comercio y hoteles para los años 1972 y 1977, refinerías de petróleo para el año 1982 y productos de metal para el 1987.

En el Cuadro III.7, se muestra el comportamiento de la circularidad estructural sectorial de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos a través del tiempo. El sector gobierno no muestra datos en las matrices de Estados Unidos, por lo cual no se le calculó el índice. Los resultados indican cuán complejas son las relaciones de un sector en Puerto Rico con la economía de Estados Unidos. Los sectores con relaciones



más complejas responderán más a los cambios en la demanda de los sectores de Estados Unidos. La producción de los sectores con los índices más bajos es menos sensible a cambios en el exterior.

**Cuadro III.7**  
**Índice de circularidad estructural sectorial para la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos (1972-1987)**

Sector	1972	1977	1982	1987
1. Agricultura	0.15	0.15	0.09	0.13
2. Minería y construcción	0.33	1.85	0.99	0.25
3. Alimentos y productos relacionados	0.09	0.08	0.07	0.06
4. Textiles	0.23	0.46	0.26	0.20
5. Papel y madera	0.56	1.70	0.95	0.28
6. Otros productos químicos	0.24	0.73	0.45	0.18
7. Refinerías de petróleo	0.21	0.90	0.48	0.20
8. Productos de metal	0.73	2.91	1.99	0.33
9. Maquinaria	0.49	1.40	0.72	0.23
10. Industrias manufactureras misceláneas	0.32	0.92	0.52	0.21
11. Transporte y comunicación	0.31	0.54	0.30	0.21
12. Servicios públicos	0.14	0.91	0.54	0.14
13. Comercio y hoteles	0.19	0.80	0.42	0.18
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	0.02	0.06	0.04	0.11
15. Servicios personales y otros	0.24	0.90	0.77	0.19
16. Gobierno	-	-	-	-

Según los datos, la integración con Estados Unidos se hizo más compleja desde el 1972 hasta el 1977, aumentando el índice de la mayoría de los sectores, excepto en alimentos y productos relacionados. Desde el 1977 hasta el 1982 hubo un desplome de los vínculos en todos los sectores. Para el último año, desde el 1982 hasta el 1987, disminuyó la mayoría, con excepción de la agricultura. Este comportamiento concuerda con los datos de la circularidad estructural agregada de la matriz de exportaciones, presentados en el Cuadro III.3. Para todos los años, los sectores con relaciones más complejas con la economía de Estados Unidos son la minería y construcción y la mayoría de los sectores manufactureros, mientras que los servicios presentan los índices más bajos. El sector de productos de metal obtuvo el índice mayor para todos los años, siendo, de esta manera, el más sensible a los cambios en Estados Unidos. El sector con interrelaciones menos

complejas con Estados Unidos y, por lo tanto, con menor respuesta a los cambios de allá lo es finanzas, seguros y bienes raíces para los primeros tres años, y alimentos y productos relacionados para el último año.

Los sectores manufactureros han demostrado tener las relaciones más complejas con el resto de la economía, con la economía de Estados Unidos, y en la interna para los primeros dos años. La complejidad de las relaciones de los sectores manufactureros se debe a que las políticas de atracción de capital externo incentivaron la inversión en éstos. Es decir, la manufactura fue el eje principal del proceso de transformación que ocurrió en la Isla a partir de finales de los años cuarenta. Desde 1956, la segunda fase de industrialización se basó en las petroquímicas y refinerías de petróleo, buscando crear vínculos importantes de esta industria con otras intensivas en la utilización de derivados del petróleo como materia prima. Sin embargo, el aumento del precio del petróleo en el 1973 afectó significativamente la industria. Pero, se puede observar que, de todas las industrias, las refinerías de petróleo son las que poseen el índice mayor para todos los años, en términos generales. Es decir, es la industria que se vincula de manera más compleja con el resto de la economía, involucrando un mayor número de sectores en sus relaciones dentro de la estructura productiva. En términos internos esta industria muestra vínculos intersectoriales débiles excepto para el 1972. Con Estados Unidos, en términos de las exportaciones, es uno de los que menos responde a cambios en dicha economía. Por lo que es probable, que, a través de las importaciones, sea más compleja su relación con la estructura productiva.

Desde mediados de la década de los setenta, la manufactura dominó en empresas de alta tecnología, ya que, con la aprobación de la Sección 936, su importancia se basó en las farmacéuticas, maquinaria eléctrica y no eléctrica e instrumentos científicos y profesionales; por lo cual, poseen de los índices más altos en la matriz total e interna para el 1977. En los índices de las exportaciones se puede observar que esos sectores responden mucho a cambios en la demanda de Estados Unidos.

Además de la manufactura, la construcción ha sido otro de los sectores más importantes para la Isla, dado el uso que se le ha dado para incentivar la economía. La contribución de ese sector al PNB aumentó, al igual que su importancia en la creación de empleos. Con la Sección 936 y la creación de infraestructura para las nuevas empresas, su importancia se mantuvo desde mediados de los setenta. Lo que, al parecer, provocó que su relación con el resto de los sectores aumentara a través del tiempo excepto en el periodo comprendido desde el 1982 hasta el 1987, aunque se mantuvo entre los de mayor vinculación. Su compleja vinculación con el resto de los sectores no ha sido sólo en el ámbito interno, sino también con relación a las exportaciones hacia Estados Unidos. Esto lo hace muy sensible a los cambios de demanda en ese país.

Los servicios casi nunca mostraron ser de los sectores con mayor interrelación en la matriz total. También han mostrado en su vinculación interna y con el exterior índices bajos. Sin embargo, en términos internos, poseían los índices más altos en el 1987. Para ese año se debilitó la vinculación de los sectores manufactureros y la de los servicios, pero los últimos se mostraron con vinculaciones más intensas con relación a los manufactureros. Esto puede deberse a que han tenido que absorber gran parte de los empleos que se han desplazado de los sectores primarios y secundarios. Los vínculos de los sectores manufactureros con el resto de la economía se han debilitado en las décadas de los ochenta y los noventa, haciendo que los servicios sustituyan su importancia dentro de la economía para mantener la actividad.

La importancia de la agricultura disminuyó con los modelos de desarrollo implantados, ya que de ser el sector predominante en las décadas de los cuarenta y los cincuenta, pasó a ser uno de los más pequeños de los sesenta en adelante. Los cambios en la agricultura se reflejaron (como se mencionó en el Capítulo 1), en la disminución del número de fincas, del área cultivada de las cosechas principales, del empleo y de su participación en el PNB y el PIB. Esto se puede corroborar con la poca vinculación que ha tenido con el resto de la economía, mostrando unos índices muy bajos para el periodo de estudio. Con

el modelo de desarrollo Operación Manos a la Obra, la agricultura se reorientó hacia el mercado interno y se trató de evitar que aumentara la importación de ciertos alimentos (pollo, huevo, leche y ganado). Por lo cual, en su vinculación con la estructura interna, siempre se mantuvo entre los índices más altos. En su relación con Estados Unidos mediante la exportación, posee de los índices más bajos; por lo tanto, no responde mucho a los cambios en la demanda de Estados Unidos.

### **III.4. Conclusiones**

En la segunda sección de este capítulo se explicó el desarrollo del índice de circularidad estructural. Al aplicarlo a las matrices de la economía de Puerto Rico se encontró que los vínculos totales, internos y con Estados Unidos (mediante las exportaciones) se intensificaron desde el año 1972 hasta el 1977 y se debilitaron en el 1977, el 1982 y el 1987. A pesar de que los cambios en los vínculos internos y con el exterior (Estados Unidos) fueron en la misma dirección, no son unos función de los otros, sino de las medidas de política económica implementadas en Estados Unidos y Puerto Rico y a factores externos del contexto nacional e internacional. Las respuestas de los vínculos a esas medidas y a los factores externos dependen de las características de cada estructura productiva, en este caso la interna y la de exportaciones hacia Estados Unidos.

Según los resultados obtenidos en la tercera sección del capítulo, los cambios en los vínculos internos y externos han ocurrido en respuesta a las políticas económicas de Puerto Rico y Estados Unidos y a los cambios ocurridos en el contexto nacional e internacional. Desde el 1972 hasta el 1987 ocurrieron varios hechos que afectaron directa e indirectamente la estructura productiva interna y la de exportaciones. El embargo petrolero del 1973 y la recesión económica de Estados Unidos del 1973-74 pudieron tener efectos negativos en los vínculos intersectoriales de ambas estructuras, ya que para ese período los sectores manufactureros tenían los vínculos más intensos en la estructura productiva interna y con Estados Unidos. Pero, la aprobación de la Sección 936 en el

1976, incentivó específicamente a la manufactura, lo que ocasionó una intensificación de los vínculos internos y externos para el 1977. Otro factor que pudo haber provocado una mayor intensidad de los vínculos a ambos niveles fue la ayuda que otorgó el gobierno de Puerto Rico a las empresas acogidas a la Sección 936, al proveerles la infraestructura necesaria para su establecimiento en la Isla. Esto incentivó directamente al sector de minería y construcción, el cual poseía de los índices más altos para ese periodo en el ámbito interno y con el exterior.

Luego del 1977, los vínculos más intensos de la estructura productiva interna no sólo se encontraban en la manufactura, minería y construcción y agricultura, sino también en los servicios, hasta que en 1987 los vínculos internos más intensos se mantuvieron en la agricultura, minería y construcción y los servicios, los cuales desplazaron a la manufactura. El incentivo directo a la minería y construcción disminuyó, ya que fue sólo en la etapa de establecimiento de las empresas. Esto junto a la recesión de 1982 de Estados Unidos y las enmiendas a la Sección 936, causó que los vínculos internos se debilitaran desde el 1977 hasta el 1987. Los mismos factores causaron debilidad en los vínculos con Estados Unidos, ya que en la estructura de exportaciones hacia ese país los vínculos más intensos siguieron siendo los mismos: manufactura y minería y construcción.

En el próximo capítulo se analiza la variable dependencia. Esta, junto a los resultados del presente capítulo y el anterior, llevan a la demostración o refutación de la hipótesis expuesta. No obstante, también es importante señalar el avance metodológico de este capítulo, ya que logró desarrollarse una metodología eficiente en la medición de la integración de los sectores con el resto de la estructura productiva.

## **Capítulo IV**

# **Un análisis de dependencia para la economía de Puerto Rico, mediante un modelo interregional de insumo-producto**

## ***IV.1. Introducción***

Este capítulo tiene como objetivo analizar la dependencia de la economía de Puerto Rico respecto a la de Estados Unidos. Es necesario señalar que el modelo interregional del cual surge la variable dependencia está en términos de las exportaciones de Puerto Rico a Estados Unidos y de Estados Unidos a Puerto Rico. Esto es importante, ya que los modelos de desarrollo han hecho de la economía de Puerto Rico un enclave manufacturero con un alto nivel de importación de insumos intermedios y exportación de mercancías. Como se verá más adelante, los resultados del capítulo permiten analizar la sensibilidad de la producción en Puerto Rico a cambios en la demanda de insumos intermedios y bienes finales en ambos países.

Se puede clasificar a Puerto Rico como una región de Estados Unidos en términos económicos y políticos. Los análisis de este tipo de relación económica se pueden basar en modelos regionales, interregionales y multiregionales (Beyers, 1989; Miller y Bair, 1985; Motohashi, 1998; Isard, W.; Azis, I.; Drennan, M.; Miller, R.; Saltzman, S. y Thorbecke, E., 1998; Mariña, A., 1993). En este caso, se utilizará el modelo interregional (desarrollado por Isard en el 1951), ya que es el necesario para el cálculo de la variable dependencia de Motohashi (1998). Además, es efectivo al relacionar dos regiones, con la ventaja de que fue posible la obtención de la base de datos para su aplicación.

A partir del modelo interregional, se calcula la variable dependencia y se analiza a través del tiempo para determinar, sobre la base de los sucesos económicos ocurridos en el periodo y las variables económicas pertinentes, si su aumento o disminución ha tenido consecuencias positivas o negativas en el crecimiento y desarrollo de la economía de la Isla. También, se hace un análisis comparativo de los datos obtenidos en este capítulo y los del Capítulo 3, en el cual se hace referencia a los vínculos de Puerto Rico con Estados Unidos mediante las exportaciones. En dicho capítulo, la circularidad estructural

sectorial aplicada a la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos, permitió identificar los sectores que más responden a cambios en la demanda de insumos intermedios en Estados Unidos. Sin embargo, la variable dependencia de este capítulo mide los efectos en la producción de Puerto Rico inducidos por un cambio en la demanda final de Estados Unidos. Las transacciones de ambos países con el Resto del Mundo son eliminadas del modelo, para analizar sólo los vínculos entre ellos.

En la parte IV.2 se discute el concepto dependencia utilizado en la tesis. En la IV.3 se hace una descripción del análisis económico regional y de los distintos modelos de insumo-producto regional. El modelo interregional y la variable dependencia sectorial se desarrollan en la sección IV.4. La aplicación y los resultados son presentados y analizados en la sección IV.5. Por último, se presentan las conclusiones en la sección IV.6.

## ***IV.2. Discusión breve del concepto dependencia***

En el marco del análisis dependentista, el concepto de dependencia es más abarcador que el que se utilizará a lo largo de esta tesis, ya que relaciona a la estructura política de un país enmarcada en la subordinación, a los movimientos sociales y a las decisiones de política económica que puedan ser tomadas en un país subdesarrollado. Mientras mayor sea la subordinación del poder político y social, menor será la capacidad del país para tomar decisiones relacionadas a su estructura productiva y enfocadas al desarrollo. De ahí la conceptualización negativa de la dependencia.

Este enfoque tan amplio representa una desventaja en términos de la modelación necesaria para la demostración del comportamiento de las variables relacionadas. Es muy difícil incluir las variables políticas y sociales, además de que la consideración de los hechos históricos no permite, o restringe, la construcción de un modelo general.



También se intenta liberar a la dependencia de la conceptualización negativa. Más que una desventaja de la economía deberá entenderse como una característica de la estructura productiva que debe ser considerada al tomar decisiones de política económica. En efecto, será analizada como la sensibilidad del sistema productivo a cambios en la demanda proveniente del exterior.

Todos los sistemas productivos dependen en algún grado del exterior, ya que mantienen relaciones comerciales que los vinculan con otros sistemas. Entonces, la dependencia es una característica que puede ser estudiada por medio de las exportaciones de un país. Mientras más enfocada esté la producción de un país en satisfacer las necesidades de consumo de otros sistemas, con más intensidad responderá a los cambios de demanda del exterior, lo que puede ocasionar inestabilidad en la economía. Esta definición se diferencia de la dependentista, ya que se enfoca en las relaciones comerciales de exportación.

Por su lado, los dependentista consideraban las exportaciones en el sentido en que le daban mayor capacidad al sistema para importar, por lo que hacían al sistema más dependiente del consumo de bienes y servicios del exterior y menos capaz de generarlos para satisfacer sus necesidades. Incluso, en un trabajo de Dudley Seers (1981), el autor clasifica a los países por el grado de dependencia, dividiéndolos en tres categorías: los menos dependientes, los semi-dependientes y los dependientes. Cada una de estas categorías se enfocaba en la capacidad de importar de los países considerados, dado los productos que exportaba.

En esta tesis, se redefine la dependencia fundamentada sólo en determinantes económicos, eliminando los políticos, sociales y culturales, lo cual permite un estudio más formal del tema. Dicha redefinición implica que el grado de dependencia de un sistema económico varía según sean sus relaciones comerciales con el exterior. Sin

embargo, no concibe a la dependencia como un determinante de las relaciones comerciales internas, siendo éste el tema principal de análisis en la tesis.

### **IV.3. Análisis regional de insumo-producto**

En esta parte se presentan los distintos modelos básicos de insumo-producto de análisis regional y sus diferencias. Con este fin se denomina a una región como una porción de territorio que tiene una delimitación concreta y en la cual existen una serie de características comunes, ya sean geográficas, culturales, económicas, políticas, étnicas, etc. (Tamames y Gallego, 1996). La región es el objetivo de análisis económico, geográfico, sociológico, de planificación y político a través de la llamada Ciencia Regional. Esta ciencia existe formalmente desde el 1954 con la formación de la Asociación de Ciencia Regional (Isard, W.; Azis, I.; Drennan, M.; Miller, R.; Saltzman, S. y Thorbecke, E., 1998).

Dentro del análisis económico regional se utilizan varias metodologías, como la econometría espacial, el insumo-producto y modelos integrados de insumo-producto y econometría, entre otros, siendo la técnica de insumo-producto la más utilizada y desarrollada en esta área desde la década de los cincuenta. La metodología de insumo-producto regional se divide en tres grandes ramas: el análisis regional, el interregional y el multiregional. El análisis regional trata una sola región; es decir, relaciones intraregionales. Mientras que el interregional y el multiregional relacionan dos o más regiones; es decir, considera las relaciones intraregionales y las interregionales.

Estos modelos *“tienen como objetivo identificar desde una perspectiva intersectorial las características estructurales de una o varias economías regionales particulares, tanto con fines comparativos, como para determinar los niveles de articulación e interdependencia entre ellas”* (Mariña, 1993). Para esto es necesario la utilización de

matrices regionales e interregionales. No es muy común encontrar matrices regionales; por lo cual, casi siempre, es necesario construirlas o estimarlas ad hoc para el modelo. La manera más confiable de hacerlo es con información estadística directa, pero no es necesariamente la más fácil y barata. Debido a esto, se han desarrollado varios métodos para estimar las matrices regionales de las nacionales, pero este procedimiento lleva a una serie de supuestos<sup>1</sup> y conlleva ciertas limitaciones.

El propósito del modelo regional es estudiar el efecto que ocasionan los cambios de la demanda final de la región en su producción. Es, básicamente, el modelo de Leontief aplicado a los datos de una región. Lo importante en este modelo es la construcción de las matrices regionales. Por lo tanto, la mayor parte de la investigación regional se ha dirigido a desarrollar métodos para construirlas (ver Batten y Boyce, 1986 y Nijkamp y Reggiani, 1989). La desventaja de este tipo de modelo es ignorar la interrelación de las regiones, mediante el análisis sectorial. La región en cuestión está totalmente desconectada del resto del país al que pertenece.

El modelo interregional de insumo-producto toma en consideración los vínculos interregionales y analiza los aspectos regionales de la producción. La primera presentación formal de este modelo la hizo Isard en el 1951, por lo cual a veces se le llama el “modelo Isard”. Su problema principal es la falta de datos para construir las matrices que relacionan las regiones; es decir, las que representan sus transacciones comerciales (importaciones y exportaciones). Mientras más pequeña sea la economía, más importante es este tipo de análisis, ya que sus transacciones comerciales con el exterior son mayores (en términos de los insumos que demanda y la oferta de producto) (Miller y Blair, 1985; e Isard, Azis, Drennan, Miller, Saltzman y Thorbecke, 1998).

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, suponer que los coeficientes tecnológicos regionales son iguales a los nacionales.

La aplicación del modelo interregional puede hacerse considerando dos o más regiones. Sin embargo, el problema de la disponibilidad de datos ha llevado a modificarlo y simplificarlo. Polenske (1980) desarrolló el modelo multiregional de insumo-producto, al hacer modificaciones a la base de datos que se utilizaba en el interregional para su aplicación. A este modelo también se le conoce como el modelo Chenery-Moses, ya que se desarrolló a partir de un marco sugerido por ambos autores en el 1953 y 1955, respectivamente. La idea de simplificación del modelo multiregional es utilizar datos de transacciones en los cuales el sector de destino es ignorado. Los datos aparecen en términos de las transacciones intra e interregionales y suelen ser más fáciles de recopilar.

#### ***IV.4. Modelo interregional de insumo-producto y la variable dependencia***

Generalmente, los vínculos interregionales son estudiados con el análisis de los coeficientes de comercio, de los multiplicadores (Beyers, 1989 y Stelder, Oosterhaven y Eding, 2000) y los eslabonamientos (Günlük-Senesen y Senesen, 2000 y Stelder, Oosterhaven y Eding, 2000), entre otros. La metodología de Motohashi (1998) es la única que estudia directamente la dependencia entre dos regiones, en términos del comercio interregional. En este apartado se explica el modelo interregional de insumo-producto y se deriva la ecuación de la variable dependencia entre Estados Unidos y Puerto Rico.

Para la explicación del modelo interregional se toma el caso más sencillo, el de dos regiones. El modelo tiene su base en el de Leontief y su solución se obtiene con las mismas ecuaciones (véase Capítulo 2). Considerando dos regiones (Puerto Rico (PR) y Estados Unidos (US)) la producción del sector  $i$  en la región PR ( $x_i^{PR}$ ) es igual a:

$$x_i^{PR} = (z_{i1}^{PRPR} + z_{i2}^{PRPR} + \dots + z_{in}^{PRPR}) + (z_{i1}^{PRUS} + z_{i2}^{PRUS} + \dots + z_{in}^{PRUS}) + f_i^{PR} \quad (4.1).$$

En la ecuación 4.1, se contabilizan las ventas de un sector a otro dentro de la región PR ( $z_{ij}^{PRPR}$ ); es decir, las transacciones intrarregionales. También, se contabilizan las ventas del sector  $i$  en PR al sector  $j$  en la región US ( $z_{ij}^{PRUS}$ ); es decir, las transacciones interregionales o las exportaciones de insumos del sector  $i$  de PR al sector  $j$  en US. Por último, se tiene la demanda final por productos del sector  $i$  de la región PR ( $f_i^{PR}$ ), en la cual se contabilizan los gastos del gobierno, de inversión y de consumo personal y las exportaciones. Las exportaciones de demanda final son diferentes a las exportaciones  $z^{PRUS}$ , ya que las de  $z^{PRUS}$  son de insumos intermedios y las de  $f^{PR}$  son de productos finales.

Se puede construir una ecuación análoga a la anterior, pero por columnas; es decir, contabilizando las compras del sector  $j$  en PR:

$$x_j^{PR} = \left( z_{1j}^{PRPR} + z_{2j}^{PRPR} + \dots + z_{nj}^{PRPR} \right) + \left( z_{1j}^{USPR} + z_{2j}^{USPR} + \dots + z_{nj}^{USPR} \right) + va_j^{PR} + m_j^{PR} \quad (4.2).$$

En la ecuación 4.2,  $z_{ij}^{USPR}$  son las compras del sector  $j$  en PR al sector  $i$  de la región US, o las importaciones de insumos del sector  $j$  de PR respecto al sector  $i$  de US. El término  $va_j^{PR}$  se refiere al valor agregado o el ingreso nacional del sector  $j$  de la región PR. Y, por último,  $m_j^{PR}$  son las importaciones del sector  $j$  de bienes finales de PR. Lo que dicha ecuación quiere decir es que la producción del sector  $j$  de la región PR es igual a lo que este sector le compra a los demás de la misma región, más lo que le compra a los sectores de la otra región, más el valor agregado y las importaciones de producto final.

En el caso de dos regiones (PR y US) con dos sectores (1 y 2), se podría definir la producción sectorial, para cada una de las regiones, de la siguiente manera:

$$x_1^{PR} = z_{11}^{PRPR} + z_{12}^{PRPR} + z_{11}^{PRUS} + z_{12}^{PRUS} + f_1^{PR} \quad (4.3)$$

$$x_2^{PR} = z_{21}^{PRPR} + z_{22}^{PRPR} + z_{21}^{PRUS} + z_{22}^{PRUS} + f_2^{PR} \quad (4.4)$$

$$x_1^{US} = z_{11}^{USPR} + z_{12}^{USPR} + z_{11}^{USUS} + z_{12}^{USUS} + f_1^{US} \quad (4.5)$$

$$x_2^{US} = z_{21}^{USPR} + z_{22}^{USPR} + z_{21}^{USUS} + z_{22}^{USUS} + f_2^{US} \quad (4.6)$$

Las ecuaciones 4.3 y 4.4 representan la producción de los sectores 1 y 2 de la región PR, respectivamente. La primera indica que la producción del sector 1 debe ser igual a las ventas de insumos intermedios que se haga a él mismo y al sector 2 en la región PR, más las ventas de insumos intermedios que haga a los mismos sectores en la región US, más la demanda final de la región PR. La segunda ecuación indica lo mismo pero para el sector 2 de la región PR. Las ecuaciones 4.5 y 4.6 representan el mismo análisis para los dos sectores de la región US.

Arreglando las ecuaciones en dos matrices intrarregionales ( $Z^{PRPR}$  y  $Z^{USUS}$ ) y dos interregionales ( $Z^{PRUS}$  y  $Z^{USPR}$ ), se obtiene lo siguiente:

$$Z^{PRPR} = \begin{bmatrix} z_{11}^{PRPR} & z_{12}^{PRPR} \\ z_{21}^{PRPR} & z_{22}^{PRPR} \end{bmatrix}, \quad Z^{USUS} = \begin{bmatrix} z_{11}^{USUS} & z_{12}^{USUS} \\ z_{21}^{USUS} & z_{22}^{USUS} \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

$$Z^{PRUS} = \begin{bmatrix} z_{11}^{PRUS} & z_{12}^{PRUS} \\ z_{21}^{PRUS} & z_{22}^{PRUS} \end{bmatrix}, \quad Z^{USPR} = \begin{bmatrix} z_{11}^{USPR} & z_{12}^{USPR} \\ z_{21}^{USPR} & z_{22}^{USPR} \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

Las matrices  $Z^{PRPR}$  y  $Z^{USUS}$  se componen de las ventas de insumos intermedios que hacen cada uno de los sectores a los de la misma región. Mientras que, los elementos de las matrices  $Z^{PRUS}$  y  $Z^{USPR}$  son las ventas de insumos intermedios de cada uno de los sectores a los de la otra región.

De la misma manera se representan la producción bruta ( $x^{PR}$  y  $x^{US}$ ) y la demanda final ( $f^{PR}$  y  $f^{US}$ ) en vectores, lo cual ayuda a plantear el modelo en términos matriciales:

$$x^{PR} = \begin{bmatrix} x_1^{PR} \\ x_2^{PR} \end{bmatrix}, \quad x^{US} = \begin{bmatrix} x_1^{US} \\ x_2^{US} \end{bmatrix}, \quad f^{PR} = \begin{bmatrix} f_1^{PR} \\ f_2^{PR} \end{bmatrix}, \quad f^{US} = \begin{bmatrix} f_1^{US} \\ f_2^{US} \end{bmatrix} \quad (4.9).$$

Los elementos de los vectores  $x^{PR}$  y  $x^{US}$  representan la producción bruta de cada uno de los sectores en la región correspondiente, y los de los vectores  $f^{PR}$  y  $f^{US}$  representan la demanda final para cada uno de los sectores de las mismas regiones.

Las ecuaciones 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6 se pueden representar de manera general como:

$$x_i^{PR} = Z_i^{PRPR} + Z_i^{PRUS} + f_i^{PR} \quad (4.10)$$

$$x_i^{US} = Z_i^{USPR} + Z_i^{USUS} + f_i^{US} \quad (4.11)$$

donde la producción del sector  $i$  para cada región es igual las ventas de insumos intermedios de este sector en la misma región, más las ventas de insumos intermedios a la otra región, más la demanda final de la región.

Se pueden rescribir de una manera más simple con notación matricial:

$$x = Z + f \quad (4.12)$$

donde  $x = \begin{bmatrix} x^{PR} \\ x^{US} \end{bmatrix}$ ,  $Z = \begin{bmatrix} Z^{PRPR} & Z^{PRUS} \\ Z^{USPR} & Z^{USUS} \end{bmatrix}$ ,  $f = \begin{bmatrix} f^{PR} \\ f^{US} \end{bmatrix}$ .

Para la solución del modelo con la inversa de Leontief, es necesario calcular los

coeficientes tecnológicos internos y los de comercio. Los coeficientes tecnológicos internos son:

$$a_{ij}^{PRPR} = \frac{z_{ij}^{PRPR}}{x_j^{PR}} \quad y \quad a_{ij}^{USUS} = \frac{z_{ij}^{USUS}}{x_j^{US}} \quad (4.13).$$

Estos representan la proporción del sector  $i$  de la región PR (US) utilizada en la producción del sector  $j$  de la misma región, para la producción de una unidad de su mercancía; son los coeficientes tecnológicos calculados a partir de los datos de la matriz interna de las regiones.

Los coeficientes de comercio son coeficientes técnicos que incluyen el origen regional:

$$a_{ij}^{PRUS} = \frac{z_{ij}^{PRUS}}{x_j^{US}} \quad y \quad a_{ij}^{USPR} = \frac{z_{ij}^{USPR}}{x_j^{PR}} \quad (4.14).$$

Estos representan la proporción del sector  $i$  de la región PR (US) utilizada en la producción del sector  $j$  de la región US (PR), para la producción de una unidad de su mercancía.

Como ejemplo, el sistema puede expresarse con la utilización de los coeficientes:

$$\begin{aligned} x_1^{PR} &= a_{11}^{PRPR} x_1^{PR} + a_{12}^{PRPR} x_2^{PR} + a_{11}^{PRUS} x_1^{US} + a_{12}^{PRUS} x_2^{US} + f_1^{PR} \\ x_2^{PR} &= a_{21}^{PRPR} x_1^{PR} + a_{22}^{PRPR} x_2^{PR} + a_{21}^{PRUS} x_1^{US} + a_{22}^{PRUS} x_2^{US} + f_2^{PR} \end{aligned} \quad (4.15)$$

$$\begin{aligned} x_1^{US} &= a_{11}^{USPR} x_1^{PR} + a_{12}^{USPR} x_2^{PR} + a_{11}^{USUS} x_1^{US} + a_{12}^{USUS} x_2^{US} + f_1^{US} \\ x_2^{US} &= a_{21}^{USPR} x_1^{PR} + a_{22}^{USPR} x_2^{PR} + a_{21}^{USUS} x_1^{US} + a_{22}^{USUS} x_2^{US} + f_2^{US} \end{aligned} \quad (4.16).$$



Las ecuaciones en 4.15 y 4.16 son equivalentes a las 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6, con la única diferencia de que no están expresadas en términos de transacciones, sino de los coeficientes técnicos internos y los de comercio.

Se pueden construir dos matrices intrarregionales de coeficientes de insumos directos:

$$A^{PRPR} = \begin{bmatrix} a_{11}^{PRPR} & a_{12}^{PRPR} \\ a_{21}^{PRPR} & a_{22}^{PRPR} \end{bmatrix}, \quad A^{USUS} = \begin{bmatrix} a_{11}^{USUS} & a_{12}^{USUS} \\ a_{21}^{USUS} & a_{22}^{USUS} \end{bmatrix} \quad (4.17).$$

Los elementos de cada una de estas matrices son los coeficientes tecnológicos de la matriz interna de la región, por lo cual se le llaman intrarregionales. De manera similar se pueden construir dos matrices interregionales de coeficientes directos de comercio:

$$A^{PRUS} = \begin{bmatrix} a_{11}^{PRUS} & a_{12}^{PRUS} \\ a_{21}^{PRUS} & a_{22}^{PRUS} \end{bmatrix}, \quad A^{USPR} = \begin{bmatrix} a_{11}^{USPR} & a_{12}^{USPR} \\ a_{21}^{USPR} & a_{22}^{USPR} \end{bmatrix} \quad (4.18).$$

Sus elementos son los coeficientes de comercio calculados a partir de las matrices de importaciones de una región respecto a la otra, por lo cual vinculan ambas regiones y se le da el nombre de matrices interregionales.

Rescribiendo las ecuaciones de producción, incluyendo las matrices anteriores, se obtiene:

$$x^{PR} = A^{PRPR} x^{PR} + A^{PRUS} x^{US} + f^{PR} \quad (4.19)$$

$$x^{US} = A^{USUS} x^{US} + A^{USPR} x^{PR} + f^{US} \quad (4.20)$$

donde la producción de la región es igual a los coeficientes tecnológicos internos multiplicados por la producción de la región, más los coeficientes de comercio

multiplicados por la producción de la otra región, más la demanda final de la región.

Se puede construir un sistema de matrices formadas por submatrices:

$$x = \begin{bmatrix} x^{PR} \\ x^{US} \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} A^{PRPR} & A^{PRUS} \\ A^{USPR} & A^{USUS} \end{bmatrix}, \quad f = \begin{bmatrix} f^{PR} \\ f^{US} \end{bmatrix} \quad (4.21)$$

y resolver el sistema con las siguientes ecuaciones:

$$x = Ax + f \quad (4.22)$$

$$(I - A)x = f \quad (4.23)$$

$$x = (I - A)^{-1} f \quad (4.24).$$

La ecuación 4.24 se presenta en forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} x^{PR} \\ x^{US} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I - A^{PRPR}) & -A^{PRUS} \\ -A^{USPR} & (I - A^{USUS}) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f^{PR} \\ f^{US} \end{bmatrix} \quad (4.25).$$

Sin embargo, un país o región, generalmente, se relaciona con más de una región o país, lo que complica el modelo, ya que tendrían que considerarse todas las relaciones comerciales. Otra opción, es un modelo que considere tres regiones: las dos regiones, y una tercera que en la que se agruparían el resto de las relaciones comerciales en una categoría llamada *Resto del Mundo*. No obstante, se pueden relacionar las dos regiones o países eliminando el Resto del Mundo. En ese caso, se define la producción de una manera distinta, en donde se incluye sólo lo que se produce para la demanda interna y lo que se exporta a la otra región. Se estaría considerando, entonces, una  $x'$  que puede ser

menor o igual a la producción total ( $x$ ). En el siguiente sistema, se muestran las relaciones entre dos regiones, sin considerar el Resto del Mundo. En el mismo, se consideran los flujos de insumos intermedios entre ambas regiones, y se descompone la demanda final entre la parte interna y la que se exporta a la otra región, eliminando el componente que se exporta al Resto del Mundo:

$$\begin{bmatrix} x^{PR} \\ x^{US} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I - A^{PRPR}) & -A^{PRUS} \\ -A^{USPR} & (I - A^{USUS}) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f^{PRPR} + f^{PRUS} \\ f^{USPR} + f^{USUS} \end{bmatrix} \quad (4.26)$$

Donde  $f^{PRPR}$  y  $f^{USUS}$  son los componentes internos de la demanda final de cada región, y  $f^{PRUS}$  y  $f^{USPR}$  son las exportaciones directas de demanda final a la otra región. Esto tiene un doble propósito, el primero es eliminar la proporción de la demanda final que se exporta al Resto del Mundo, quedando el modelo en términos de las regiones estudiadas. El segundo es el cálculo de la variable dependencia.

Se puede simplificar el modelo de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} x^{PR} \\ x^{US} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B^{PRPR} & B^{PRUS} \\ B^{USPR} & B^{USUS} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f^{PRPR} + f^{PRUS} \\ f^{USPR} + f^{USUS} \end{bmatrix} \quad (4.27)$$

donde:

$$\begin{bmatrix} (I - A^{PRPR}) & -A^{PRUS} \\ -A^{USPR} & (I - A^{USUS}) \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} B^{PRPR} & B^{PRUS} \\ B^{USPR} & B^{USUS} \end{bmatrix} \quad (4.28).$$

El análisis de dependencia se deriva del modelo interregional de insumo-producto. De la ecuación anterior se desprende que:

$$I = \begin{bmatrix} B^{PRPR} f^{PRPR} + B^{PRUS} f^{USPR} & B^{PRPR} f^{PRUS} + B^{PRUS} f^{USUS} \\ B^{USPR} f^{PRPR} + B^{USUS} f^{USPR} & B^{USPR} f^{PRUS} + B^{USUS} f^{USUS} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^{PR} \\ x^{US} \end{bmatrix}^{-1} \quad (4.29)$$

La ecuación 4.29 muestra cómo todo el efecto de la demanda final en la producción de cada región se divide en distintas partes. Para cada región, el efecto de la demanda final en la producción, se puede dividir en cuatro partes (Motohashi, 1998):

1.  $B^{PRPR} f^{PRPR}$  o  $B^{USUS} f^{USUS}$ : la parte inducida por la propia demanda final de la región.
2.  $B^{PRPR} f^{PRUS}$  o  $B^{USUS} f^{USPR}$ : la parte inducida por las exportaciones de demanda final a la otra región.
3.  $B^{PRUS} f^{USPR}$  o  $B^{USPR} f^{PRUS}$ : la parte inducida por el efecto de retroalimentación que tiene la demanda final de la región por los productos de la otra región.
4.  $B^{PRUS} f^{USUS}$  o  $B^{USPR} f^{PRPR}$ : la parte inducida por el efecto indirecto (o de repercusión) de la demanda final de la otra región sobre la parte de la producción que se exporta a esa región.

Considerando sólo el segundo y cuarto efecto se construye la ecuación para la variable dependencia para la región PR (Motohashi, 1998). Es importante destacar que al considerar los efectos señalados se está analizando el efecto que tiene la demanda final que se exporta a US en la producción interna de PR, y el efecto indirecto que tiene la demanda final de US en las exportaciones que hace PR a US. Entonces, la dependencia se mide en términos del impacto de la demanda final de ambas regiones en la producción de PR (la que se vende en PR y la que se exporta a US).

$$D^{PR} = (X^{PR})^{-1} (B^{PRPR} F^{PRUS} + B^{PRUS} F^{USUS}) \quad (4.30)$$

donde  $(X^{PR})^{-1}$  es la inversa de la matriz diagonal de la producción, lo que implica que la multiplicación de ésta por el vector de los efectos, dará como resultado un vector donde la suma de los efectos para cada uno de los sectores estará dividida entre la producción

correspondiente al sector. Lo cual se representa en la ecuación 4.31:

$$D^{PR} = \begin{bmatrix} \frac{(b^{PRPR} f^{PRUS} + b^{PRUS} f^{USUS})_1}{x_1^{PR}} \\ \frac{(b^{PRPR} f^{PRUS} + b^{PRUS} f^{USUS})_2}{x_2^{PR}} \\ \vdots \\ \frac{(b^{PRPR} f^{PRUS} + b^{PRUS} f^{USUS})_n}{x_n^{PR}} \end{bmatrix} \quad (4.31)$$

Obteniendo, de esta manera, un vector de valores de dependencia (en términos proporcionales) para cada sector de la región PR:

$$D^{PR} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (4.32)$$

La dependencia de Puerto Rico se estudia en términos de la respuesta de su producción a impulsos de la demanda final de Estados Unidos. Es importante señalar que la producción que se considera es la interna y la que se exporta a Estados Unidos; y la demanda final es la que se exporta a Estados Unidos y la interna de Estados Unidos. Por lo que la respuesta de la producción a los cambios en la demanda final depende de los vínculos interregionales, sin considerar el comercio de ambas regiones con el Resto del Mundo. Entonces, mientras más dependiente de Estados Unidos sea un sector en Puerto Rico, más sensible es su producción a los cambios en la demanda final de Estados Unidos. Por lo tanto, se analiza la elasticidad de la producción de Puerto Rico a cambios en la demanda final de Estados Unidos, dado los vínculos interregionales. En el caso en que la dependencia sea igual a 1, la producción de Puerto Rico va a cambiar

proporcionalmente a los cambios en la demanda final de Estados Unidos. Cuando sea menor a 1 los cambios serán menos que proporcionales, y al ser mayor a 1 serán más que proporcionales. El cálculo se hace para las matrices de los años 1972, 1977, 1982 y 1987, obteniendo así cuatro vectores de dependencia.

#### ***IV.5. Aplicación y resultados***

En esta sección se presentan los resultados de la dependencia económica sectorial de Puerto Rico respecto a Estados Unidos (véase Cuadro IV.1). Desde el año 1972 hasta el 1977 se muestra un aumento de la dependencia de casi todos los sectores de la economía, excepto de los sectores de textiles y servicios personales y otros. Luego, desde el año 1977 hasta el 1982 todos disminuyeron y desde el 1982 hasta el 1987 la mayoría disminuyeron, excepto el gobierno, el cual se mantuvo constante, y la agricultura, la cual aumentó. En el 1972, 1982 y 1987, la mayor parte de los sectores (todos en el 1987) eran menores que 1, lo que significa que la producción en la mayor parte de los sectores de Puerto Rico responde menos que proporcional a cambios en la demanda final de Estados Unidos.

**Cuadro IV.1**  
**Variable dependencia para la economía de Puerto Rico**

Sector	1972	1977	1982	1987
1. Agricultura	0.62	0.9	0.35	0.47
2. Minería y construcción	0.17	1.14	0.81	0.58
3. Alimentos y productos relacionados	0.61	0.96	0.65	0.4
4. Textiles	1.08	0.91	0.87	0.63
5. Papel y madera	1.02	1.42	0.89	0.46
6. Otros productos químicos	0.9	2.11	0.8	0.68
7. Refinerías de petróleo	0.76	1.64	0.75	0.37
8. Productos de metal	1.81	3.13	2.62	0.72
9. Maquinaria	1.14	1.28	0.98	0.69
10. Industrias manufactureras misceláneas	1.14	1.47	0.84	0.63
11. Transporte y comunicación	0.57	1.27	0.61	0.53
12. Servicios públicos	0.18	0.66	0.4	0.25
13. Comercio y hoteles	0.21	0.28	0.14	0.15
14. Finanzas, seguros y bienes raíces	0.19	0.32	0.23	0.17
15. Servicios personales y otros	1.3	0.77	0.52	0.34
16. Gobierno	0.01	0.04	0.02	0.02

Para todos los años, los sectores más dependientes fueron los manufactureros, y la minería y construcción (aunque en el 1972 el segundo sector mostró el índice más bajo). Lo que quiere decir, que la producción de la manufactura, y la minería y construcción de Puerto Rico es la más sensible a los cambios en la demanda final de Estados Unidos. Los menos sensibles fueron la agricultura y los servicios. Estos resultados coinciden con los del Capítulo 3 de la circularidad estructural sectorial de la matriz de exportaciones hacia Estados Unidos. Lo que significa, que los sectores de Puerto Rico cuya producción es muy sensible a cambios en la demanda de insumos intermedios de Estados Unidos, también lo son a cambios en la demanda final de ese país.

El aumento generalizado que se muestra desde el año 1972 hasta el 1977 puede deberse a la aprobación de la Sección 936 en el 1976, la cual tuvo mayores efectos en los sectores manufactureros, mostrando éstos la dependencia más alta para ambos años. La disminución del sector textil pudo deberse a la falla de la primera fase de industrialización, en la cual se atrajeron industrias livianas en el uso de mano de obra, con pocos requisitos de utilización de energía, con bajos niveles de contaminación, bajos

salarios y bajas tasas de ganancias. La falla en esta primera fase hizo que comenzara la segunda fase de industrialización basada en las petroquímicas y refinerías de petróleo. El sector de refinerías de petróleo no disminuyó su dependencia, a pesar del embargo petrolero de la primera mitad de la década de los setenta.

Los sectores manufactureros que mantuvieron la mayor dependencia del 1972 al 1977 fueron otros productos químicos, refinerías de petróleo, productos de metal e industrias manufactureras misceláneas. La gran dependencia en esos sectores para el año 1977 es debido a que con la aprobación de la Sección 936 se incentivaron las industrias manufactureras, de las cuales las farmacéuticas, la maquinaria eléctrica y no eléctrica y los instrumentos científicos y profesionales, representaban más del 60 por ciento.

La manufactura presentó la mayor dependencia con Estados Unidos, a pesar de que disminuyó para el año 1982 y el 1987. La disminución pudo deberse a que las distintas enmiendas a la Sección 936 desincentivaron a las empresas acogidas a ésta, provocando el cierre de algunas y una disminución en su producción y creación de empleos. Estas enmiendas fueron hechas con el propósito de aumentar los recaudos del gobierno federal y disminuir el déficit comercial de los Estados Unidos. Muchas de las empresas acogidas a la Sección adjudicaban las ganancias de la compañía matriz a la subsidiaria en la Isla, evitando pagar contribuciones.

Al tener altos índices de dependencia, los sectores manufactureros experimentan inestabilidad frente a cualquier tipo de política que afecte las relaciones comerciales entre Puerto Rico y Estados Unidos. Lo que causó que los sectores de los servicios se hicieran más importantes en la actividad económica del País. Los servicios mantienen índices de dependencia muy bajos, y sus cambios a través del tiempo no fueron tan marcados. El gobierno muestra la menor dependencia dentro de los servicios y de la totalidad de los sectores. Los sectores de servicios con la mayor dependencia son transporte y



comunicación y servicios personales y otros. El primero, porque el transporte marítimo y aéreo son en su mayoría estadounidenses, y el segundo, por el nivel de agregación de la matriz.

La producción de la agricultura no responde mucho a los cambios en la demanda final de Estados Unidos, pero es más dependiente que los servicios. Este sector permaneció como uno de los menos importantes de la economía y su producción se dirigió al mercado interno.

El sector de construcción y minería, junto al gobierno, ayudó a mantener la actividad económica frente a la inestabilidad de la manufactura. Era un sector muy poco dependiente para el 1972, pero se hizo más dependiente en términos relativos para los años 1977, 1982 y 1987. Esto pudo deberse a los requisitos de infraestructura de las empresas estadounidenses establecidas del 1976 en adelante. Por lo que, presentó el mayor grado de dependencia para el año 1977 y disminuyó en los años posteriores.

El alto grado de dependencia de la estructura productiva de la Isla con Estados Unidos, que surgió del rápido proceso de industrialización con Operación Manos a la Obra y la Sección 936, ha tenido efectos positivos. Se reflejó en un aumento del crecimiento económico durante las décadas de los años sesenta y setenta, basado en una estrategia que promovió un alto grado de apertura para atraer capital externo y nueva tecnología. Pero, con la disminución de la dependencia desde el 1977 en adelante, también se hizo evidente la inestabilidad del sistema.

Con el crecimiento económico mejoraron los niveles de vida y bienestar de los puertorriqueños, aumentó el nivel de escolaridad, la expectativa de vida, nutrición y otros aspectos. El nivel de consumo de los puertorriqueños aumentó, no sólo por los efectos de los modelos de desarrollo, sino también por la relación política con los Estados Unidos,

ya que las transferencias federales que llegan a la Isla, junto a las distintas formas de financiamiento, facilitan un alto nivel de gasto y endeudamiento.

Los efectos negativos de la dependencia de Puerto Rico con Estados Unidos son varios. Ha permanecido un alto nivel de desempleo en la Isla, aunque los servicios (especialmente el gobierno) hayan tratado de absorberlo. Ha aumentado la contaminación ambiental, aunque en la última década se han hecho más fuertes las leyes ambientales. Aumentó la fuga de la riqueza, provocada por la repatriación de las ganancias de las empresas extranjeras libres del pago de impuestos. También, ha habido una mayor subordinación política ejercida por los Estados Unidos para mantener un sistema estable para las empresas estadounidenses. Estos factores, junto a la imposibilidad del modelo de generar un crecimiento económico adecuado, hacen que se replanteen alternativas para el desarrollo económico de la Isla.

#### ***IV.6. Conclusiones***

En este capítulo se aplicó a las matrices que relacionan a Puerto Rico y a Estados Unidos el modelo interregional desarrollado por Isard (1951). A partir de éste, se calculó la variable dependencia de Motohashi (1998) para la economía de Puerto Rico. La variable muestra cómo la producción de los sectores de la estructura productiva de la Isla responde a cambios en la demanda final de Estados Unidos.

La dependencia de la economía de Puerto Rico con Estados Unidos aumentó de manera significativa desde el 1972 hasta el 1977, pero ha disminuido desde entonces. El aumento pudo ser provocado por la aprobación de la Sección 936 en el 1976, la disminución de la recesión de Estados Unidos de principios de los ochenta, y las enmiendas a la Sección. Estos resultados coinciden con los de la circularidad estructural de la matriz de exportaciones hacia Estados Unidos del Capítulo 3.

Los sectores manufactureros han sido lo más dependientes a través del tiempo, ya que representan la base de los modelos de desarrollo establecidos en la Isla. Los servicios son los menos dependientes y los que han tenido que absorber el desempleo y activar la actividad económica de la Isla frente a la inestabilidad de la manufactura. La agricultura es menos dependiente que la manufactura, pero más dependiente que los servicios. Su bajo grado de dependencia en términos relativos no debe sorprender, ya que las políticas para el desarrollo económico la han dirigido al mercado interno.

La dependencia de la estructura productiva de Puerto Rico con la de Estados Unidos ha tenido efectos positivos y negativos, que se traducen en el replanteamiento del modelo de desarrollo para la Isla.

## **Capítulo V**

### **Conclusiones generales y recomendaciones**

Luego de la década de los años cincuenta del siglo pasado, la economía de Puerto Rico mantiene las características de un enclave manufacturero. La industrialización basada en la atracción de capital externo ocasionó que la Isla se distinguiera por la importación de gran cantidad de sus insumos intermedios y la exportación de mercancías. Para muchos, esto ha representado un aumento en la dependencia de la Isla hacia Estados Unidos y, por lo tanto, una disminución de los vínculos internos.

La política industrial predominante estimuló principalmente al sector manufacturero, aunque ha aumentado la importancia de los sectores de la construcción y los servicios en la economía de la Isla. A pesar de que del año 1976 en adelante, con la Sección 936, se trata de reactivar la economía de la Isla, esta ha permanecido en un largo periodo de inestabilidad y estancamiento. Sin embargo, el nivel de vida de los puertorriqueños no se ha afectado significativamente, ya que el impacto negativo que pudo haber tenido lo anterior se compensó, de alguna u otra forma, por las transferencias federales y el endeudamiento.

Las propuestas de desarrollo económico hasta el presente concuerdan en que es necesario disminuir la dependencia económica y otorgar mayores beneficios al capital nacional. Según la revisión de literatura respecto a la economía de Puerto Rico, existe un consenso sobre el efecto de la dependencia económica de la Isla en los vínculos internos de la economía. Este propone que el aumento en la dependencia económica ha provocado disminuciones de los vínculos internos. Es decir, que existe una relación entre los cambios de ambas variables y que es inversa. Este planteamiento no considera que las medidas de política económica y el contexto de la economía nacional y la internacional afectan de manera directa o indirecta los vínculos entre los sectores a través del tiempo y que la dirección de esa respuesta es función de las características de la estructura productiva.

Sobre la base de un análisis estructural detallado de la economía de la Isla, en el cual se estudió su dependencia con el exterior y sus vínculos sectoriales internos, se llegó a conclusiones respecto a lo anterior. Con este propósito se utilizaron aplicaciones cuantitativas y cualitativas del modelo de insumo-producto.

Al estudiar la estructura productiva de la economía de Puerto Rico a base del análisis cualitativo de insumo-producto se corroboró su dinámica de 1972 a 1987. Al compararla con la de Estados Unidos se pudo demostrar que, aunque mantienen ciertas similitudes, son estructuras diferentes y sus cambios a través del tiempo son de distinta magnitud. La estructura productiva de Puerto Rico experimentó cambios más intensos que la de Estados Unidos a través del periodo estudiado, por el rápido proceso de industrialización que atravesó en las décadas de los años sesenta y setenta. Las gráficas mostraron que la economía de Puerto Rico tiene una estructura más densa que la de Estados Unidos para la mayoría de los años.

En general, el sistema productivo de Puerto Rico se hizo más complejo a través del tiempo, excepto para el 1987 cuando la gráfica se muestra menos densa. La estructura interna es más compleja que la que relaciona al país con Estados Unidos. Las relaciones internas más significativas se caracterizaron por los sectores de servicios seguido por los manufactureros y minería y construcción. La agricultura, aunque no se mostró más importante que éstos últimos, se presentó para todos los años. En su relación con el exterior, los más importantes para el periodo estudiado fueron los sectores manufactureros.

La atracción de capital externo por medio de la exención contributiva sobre las ganancias de las empresas afectó directamente a los sectores manufactureros, no obstante pudo haber un efecto indirecto en los sectores que se relacionan con ellos. Por lo tanto, los cambios en la Ley de incentivos industriales, en la Sección 936 y en los ciclos de la

economía estadounidense ocasionaron fluctuaciones estructurales en la Isla y en su relación con el exterior.

La complejidad de los vínculos se estudió mediante la circularidad estructural agregada y las trayectorias más largas que relacionan a cada sector con el resto de la economía (circularidad estructural sectorial). Según los resultados, la economía de Puerto Rico experimentó un aumento en la intensidad de sus vínculos intersectoriales de 1972 a 1982, lo cual evidencia un sistema productivo más complejo. Pero, de 1982 a 1987 disminuyeron. Los resultados obtenidos de la matriz de 1987 rompen las tendencias reflejadas a través de los otros años (1972 al 1982), pero no debe perderse de vista que esto puede deberse a variaciones en la metodología utilizada para su construcción.

Los resultados sectoriales mostraron que los sectores manufactureros son los que mejor transmiten los impulsos de demanda al resto de la economía interna, a los que se le unen la agricultura, y la minería y construcción. Pero, en la década de los ochenta los vínculos de los servicios se hicieron más intensos en relación a la manufactura. Las medidas de política económica respecto a la atracción de capital externo, implantadas en el periodo, se transmitieron indirectamente a la economía interna, principalmente a través de los sectores manufactureros. Los efectos del abandono del sector agrícola, el incentivo por parte del gobierno a los sectores de servicios y su papel de agente facilitador de infraestructura a las empresas, se transmitieron a la estructura interna mediante el sector agrícola, la minería y construcción, y los servicios.

La dependencia o los vínculos de los sectores de la Isla con los de Estados Unidos se examinó mediante las exportaciones, ya que la producción de los sectores exportadores puede responder a cambios en la demanda de insumos intermedios de Estados Unidos, al igual que a cambios en la demanda final de ese país. Los coeficientes importantes mostraron los sectores que, en su relación de exportación con Estados Unidos, eran más sensibles a los cambios en los coeficientes de comercio y el índice de circularidad

sectorial reveló los sectores con las relaciones más complejas con Estados Unidos, mediante las trayectorias más complejas. Al comparar los resultados de ambos ejercicios se concluye que, mediante la demanda de Estados Unidos por insumos intermedios puertorriqueños, los sectores más sensibles a los cambios en los coeficientes de comercio y los de relaciones más complejas fueron en su mayoría los manufactureros. Entre éstos, se encuentran maquinaria, productos de metal, papel y madera, minería y construcción, servicios personales y otros y transporte y comunicación. A pesar de que al estudiar los coeficientes importantes, la agricultura y los textiles se mostraron con relaciones muy significativas, al estudiar los índices de circularidad estructural las trayectorias que los unen con el exterior no son muy complejas. Son sectores muy sensibles a los cambios en los coeficientes de comercio, pero las trayectorias que los unen al exterior son cortas. Probablemente, sus relaciones más significativas con el exterior son directas.

Sobre la base del análisis del modelo interregional, la dependencia de la economía de Puerto Rico respecto a Estados Unidos aumentó drásticamente del 1972 al 1977, pero disminuyó para el 1987. Es decir, que la producción de insumos intermedios de Puerto Rico respondía más a los impulsos de demanda final de Estados Unidos de 1972 a 1977, pero la respuesta a tales estímulos disminuyó para el resto de los años. Al analizar la sensibilidad de los sectores en Puerto Rico frente a cambios en la demanda final de Estados Unidos, mediante el modelo interregional, se encontró que los resultados coincidían con los anteriores. Los sectores en su mayoría eran manufactureros, principalmente, textiles, papel y madera, productos de metal, maquinaria e industrias manufactureras misceláneas. El gobierno y los servicios presentaron muy poca sensibilidad frente a cambios en la demanda final de Estados Unidos. El grado alto de dependencia de la manufactura ha prevalecido, ya que han sido los más estimulados por las políticas de atracción de capital externo y su producción se ha dirigido al comercio exterior.



Al haber analizado cada una de las variables por separado, se puede presentar un análisis en conjunto de sus variaciones a través del tiempo. En la siguiente tabla se muestran las tendencias de cada una de éstas, los signos de suma (+) expresan un incremento y los de resta (-) una disminución.

**Cuadro V.1**  
**Variaciones de los índices analizados**

Año	CI's transacciones internas	CI's exportaciones a EE.UU.	ICE transacciones internas	ICE exportaciones a EE.UU.	Dependencia
1972-1977	+	+	+	+	+
1977-1982	+	-	-	-	-
1982-1987	-	+	-	-	-

La importancia de los sectores de cada una de las estructuras estudiadas se expresa en los coeficientes importantes. Su variación se muestra en las columnas dos y tres del Cuadro V.1. Al observar los movimientos en ambas estructuras (la interna y la de exportaciones), se puede concluir que no existe una relación (inversa o directa) en sus cambios. Mientras que para el 1977 se evidencia un incremento de las relaciones significativas en ambas estructuras, en el 1982 las internas se hacen más fuertes y las de comercio exterior se debilitan, y en el 1987 los movimientos ocurrieron en direcciones contrarias. Al relacionar dichos cambios con los de la variable dependencia, en ninguna de las estructuras se puede definir un patrón de relación directa o inversa con ésta.

De la misma manera, se relacionan las variaciones de la integración de los sectores de la economía con la dependencia. Inicialmente, se pueden relacionar la integración de la estructura interna con la de comercio exterior. En ese caso, se encontró que los movimientos ocurrieron en la misma dirección, lo que significa que a medida que los sectores se integraban más en la estructura productiva interna, también lo hacían con el exterior. Al añadir la variable dependencia al análisis se puede decir que a una mayor dependencia, la estructura productiva se mostraba más integrada no sólo con el exterior, sino también internamente.

Lo anterior, contradice la relación básica que expresa la teoría dependientista, en la cual se establece una relación inversa entre el grado de dependencia de una economía y los vínculos intersectoriales internos. En el periodo de estudio, Puerto Rico presenta fuertes vínculos internos y con el exterior a la misma vez. Esto tiene implicaciones importantes en el desarrollo económico de largo plazo de la Isla.

Inicialmente, las decisiones de política se dirigían a sustituir las importaciones y enfocar la actividad económica hacia la exportación, algo que en Puerto Rico se implantó intensamente a partir de la década de los cincuenta del siglo pasado, con la atracción del capital externo. Se esperaba que la estructura productiva cambiara de manera tal que se diera un proceso de industrialización que permitiera el desarrollo económico. La industrialización ocurrió; sin embargo, el desarrollo económico no se dio de la manera que se esperaba. Este fue el caso no sólo de Puerto Rico, sino también de muchos países latinoamericanos. Dicha experiencia ocasionó el surgimiento de teorías y enfoques que intentaban explicar el fracaso del modelo de industrialización y el verdadero comportamiento de la economía. Todas establecen una relación entre el comercio exterior de un país y su desarrollo económico; no obstante, algunas de ellas integran al análisis las estructuras sociales, culturales y políticas. La teoría dependientista surgió en ese marco y estableció las relaciones causales entre el grado de dependencia de una economía y la intensidad de sus vínculos internos.

En el caso de Puerto Rico, muchos de los modelos de desarrollo recomendados parten de esta visión y exponen como uno de los problemas principales al estancamiento de la economía y al debilitamiento de las relaciones intersectoriales internas el grado alto de dependencia con Estados Unidos. Es cierto que el grado de dependencia de la economía de Puerto Rico la hace muy sensible a cambios en la estructura productiva de Estados Unidos, siendo exactamente eso lo que mide la variable dependencia aplicada en esta tesis. También, se ha comprobado que, históricamente, la actividad económica de Puerto Rico responde de manera directa, aunque levemente rezagada, a los ciclos económicos de

Estados Unidos (Rodríguez y Toledo, 2004). Sin embargo, según los resultados de esta tesis, no es correcto decir que el grado de dependencia de la economía determina de manera inversa la intensidad de los vínculos intersectoriales internos.

En el caso de Puerto Rico, dicha relación se expresó de manera directa. Esto no elimina la posibilidad de que otros sistemas económicos puedan tener un alto grado de dependencia y una estructura productiva interna débil. Lo que se puede concluir es que no existe una relación causal entre el grado de dependencia de la economía y la intensidad de los vínculos, sino que el sistema productivo interno responde a cambios en otras variables según las características que posea. Por ejemplo, en Puerto Rico la estructura interna poseía ciertas similitudes con la estructura que relaciona al país con el exterior, lo que puede haber provocado que, frente a un cambio en las relaciones comerciales con Estados Unidos, la estructura interna se comportara de la manera en que lo hizo. Si la estructura interna hubiera poseído otras características probablemente hubiera respondido de manera diferente al cambio en las relaciones comerciales con Estados Unidos. De manera que las características del sistema productivo, sea interno o externo, adquieren importancia fundamental en el análisis del desarrollo económico.

La teoría de la modernización y la misma teoría de la dependencia expusieron que una de las fallas del modelo anterior fue no considerar otras características, como las sociales, culturales y políticas, ya que pueden incidir en el desarrollo económico. Sin embargo, esto hace muy difícil la modelación para el análisis. Lo anterior, junto a la situación de estancamiento económico que caracterizaba y caracteriza a las economías latinoamericanas a partir de la década de los años setenta del siglo pasado, llevó a que se dirigiera el estudio a la relación entre el comercio exterior y el crecimiento económico en lugar del desarrollo.

La importancia que adquieren las características del sistema productivo le otorga validez al planteamiento metodológico de esta tesis, en el cual se recomienda la utilización de

información cuantitativa y cualitativa con índices específicos. En el caso en que no existían metodologías que permitieran el estudio, se hicieron aportaciones en esa dirección.

Una vez establecido el problema es necesario brindar recomendaciones para el análisis de la economía de Puerto Rico. Para esto es importante identificar las características de cada uno de los sistemas productivos. Se puede decir, que los sectores manufactureros han presentado problemas de inestabilidad, ya que son muy elásticos a los ciclos económicos de Estados Unidos y a cualquier tipo de política que afecte al capital externo. Son sectores que también han presentado importancia en la estructura interna, por lo cual cualquier inestabilidad que provenga del exterior se transmite a esta. Para poder mitigar ese efecto en la economía interna es necesario estimular sectores que no sean tan sensibles a los impulsos del exterior, que mantengan relaciones internas significativas por el lado de la demanda y que un incentivo en ellos se transmita al mayor número de sectores posibles. Es decir, con la menor dependencia, con coeficientes importantes en la estructura interna por el lado de la demanda y con los índices de circularidad mayor en la estructura productiva interna. Luego de analizar las estructuras productivas, se encontró que los sectores que coinciden en esas características son los que se muestran en Cuadro V.2.

**Cuadro V.2**  
**Sectores con un bajo grado de dependencia, relaciones significativas en la estructura productiva por el lado de la demanda, y largas trayectorias**

Año	Sectores con las 3 características	Sectores con baja dependencia y relaciones significativas	Sectores con baja dependencia y largas trayectorias
1972	minería y construcción alimentos y productos relacionados	comercio y hoteles gobierno	agricultura otros productos químicos refinerías de petróleo
1977	alimentos y productos relacionados finanzas, seguros y bienes raíces	comercio y hoteles gobierno	agricultura
1982	alimentos y productos relacionados comercio y hoteles finanzas, seguros y bienes raíces gobierno	otros productos químicos	agricultura transporte y comunicación
1987	alimentos y productos relacionados comercio y hoteles finanzas, seguros y bienes raíces gobierno		agricultura transporte y comunicación servicios públicos

A pesar de que la agricultura mantiene para todos los años una baja dependencia y trayectorias largas, no posee relaciones muy significativas por el lado de la demanda, lo cual provocaría que un estímulo en ella no se transmita tan fuerte al resto de la economía. Entonces, podrían estimularse sectores como alimentos y productos relacionados; finanzas, seguros y bienes raíces y comercio y hoteles, con el propósito de establecer una estructura interna con características distintas que la haga más estable y menos sensible a cambios con el exterior. Es importante señalar que, aunque el sector gobierno aparece como uno de los sectores con las tres características, su estímulo podría ser polémico, debido al debate que existe acerca del tamaño del gobierno en las economías.

Las recomendaciones no implican que deban debilitarse los vínculos con el exterior, ya que la economía de Puerto Rico es pequeña y debe mantener un grado alto de comercio con el exterior. Además, no debe olvidarse que los cambios en las características del sistema productivo están ligados al cambio tecnológico, a la acumulación del conocimiento y a la estructura de empleo. Por lo tanto, sería interesante que en un estudio posterior se pudiera analizar el efecto de las recomendaciones aquí expuestas en dichas variables. A pesar de las recomendaciones teóricas de estudiar las estructuras sociales, políticas y culturales, además de la económica, en esta tesis sólo se consideró el análisis de la estructura productiva. Sería interesante, llevar a cabo un estudio más expansivo hacia esas áreas, quizás con otro tipo de metodología que permita conocer las implicaciones culturales, políticas y sociales de los cambios económicos.

**APÉNDICE A**  
**SERIES ESTADÍSTICAS**

Series estadísticas

**Cuadro A.1**  
**Producto Interno Bruto**  
**(Millones de \$ a precios constantes)**

Año	P.B.	Crecimiento
1947	664.0	
1948	695.9	4.8%
1949	779.7	12.0%
1950	844.1	8.3%
1951	875.0	3.7%
1952	925.6	5.8%
1953	966.6	4.4%
1954	1,006.4	4.1%
1955	1,058.3	5.2%
1956	1,134.0	7.2%
1957	1,190.8	5.0%
1958	1,225.2	2.9%
1959	1,335.2	9.0%
1960	1,431.9	7.2%
1961	1,568.5	9.5%
1962	1,686.6	7.5%
1963	1,862.0	10.4%
1964	1,994.4	7.1%
1965	2,175.5	9.1%
1966	2,329.1	7.1%
1967	2,475.4	6.3%
1968	2,593.0	4.8%
1969	2,691.6	3.8%
1970	3,067.8	14.0%
1971	3,262.1	6.3%
1972	3,503.0	7.4%
1973	3,711.8	6.0%
1974	3,713.8	0.1%
1975	3,619.5	-2.5%
1976	3,810.5	5.3%
1977	4,059.6	6.5%
1978	4,328.0	6.6%
1979	4,592.4	6.1%
1980	4,682.4	1.5%
1981	4,712.3	1.1%
1982	4,568.6	-3.0%
1983	4,590.0	0.5%
1984	4,925.9	7.3%
1985	5,027.4	2.1%
1986	5,437.8	8.2%
1987	5,705.2	4.9%
1988	6,076.5	6.5%
1989	6,376.7	4.9%
1990	6,617.8	3.8%
1991	6,770.3	2.3%
1992	7,079.3	4.6%
1993	7,408.1	4.6%
1994	7,718.2	4.2%
1995	8,069.3	4.5%
1996	8,256.0	2.3%
1997	8,658.9	4.9%
1998	9,137.8	5.5%
1999	9,630.3	5.4%
2000	9,945.4	3.3%
2001	10,574.9	6.3%
2002	10,579.5	0.0%

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

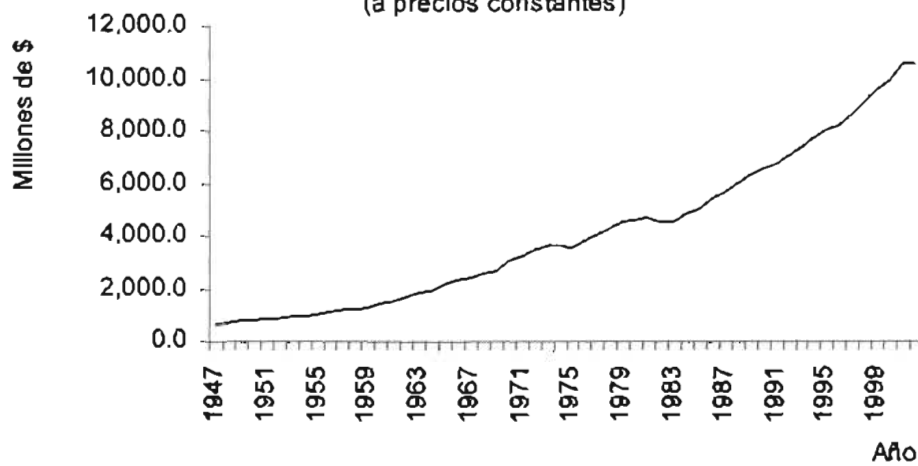
**Cuadro A.2**  
**Tasa de desempleo**

Año	%
1975	15.4
1976	19.4
1977	20.0
1978	18.8
1979	17.5
1980	17.0
1981	18.0
1982	21.8
1983	23.5
1984	22.0
1985	21.4
1986	20.5
1987	17.7
1988	15.9
1989	14.4
1990	14.3
1991	15.2
1992	16.5
1993	16.8
1994	16.0
1995	13.8
1996	13.8
1997	13.1
1998	13.6
1999	12.5
2000	11.0
2001	10.5
2002	12.0

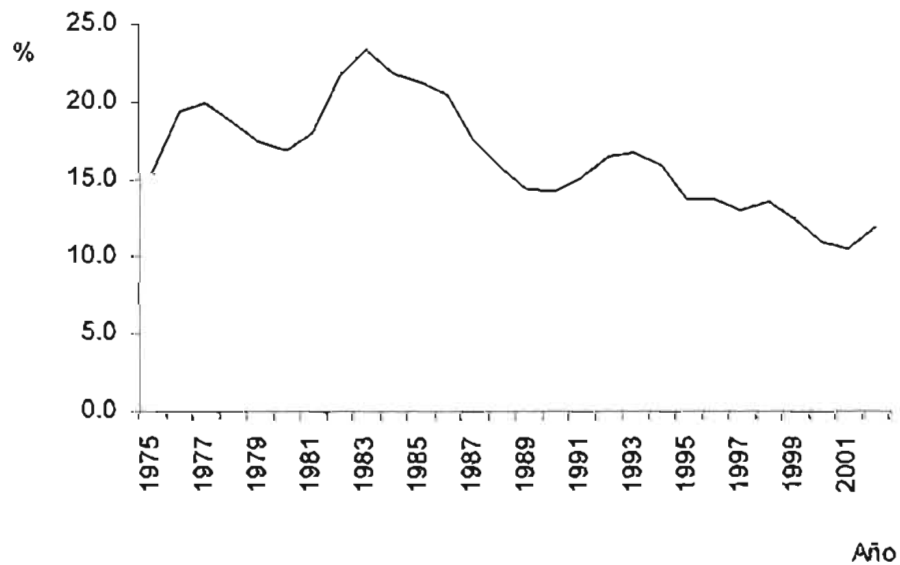
Fuente: Departamento del  
Trabajo y Recursos Humanos



**Gráfica A.1**  
Producto Interno Bruto  
(a precios constantes)



**Gráfica A.2**  
Tasa de desempleo



Series estadísticas

**Cuadro A.3**  
**Inversión interna bruta de capital fijo**  
**(Millones de \$ a precios constantes)**

Año	Millones de \$	Cambio
1947	73.9	
1948	114.9	55.5%
1949	130.3	13.4%
1950	128.1	-1.7%
1951	136.0	6.2%
1952	153.9	13.2%
1953	161.0	4.6%
1954	172.7	7.3%
1955	198.9	15.2%
1956	204.5	2.8%
1957	235.0	14.9%
1958	247.0	5.1%
1959	260.8	5.6%
1960	302.0	15.8%
1961	308.7	2.2%
1962	358.1	16.0%
1963	380.3	6.2%
1964	448.9	18.0%
1965	531.0	18.3%
1966	540.3	1.8%
1967	643.8	19.2%
1968	670.3	4.1%
1969	727.3	8.5%
1970	869.6	19.6%
1971	940.7	8.2%
1972	973.5	3.5%
1973	484.6	-50.2%
1974	796.8	64.4%
1975	836.4	5.0%
1976	722.8	-13.6%
1977	595.2	-17.7%
1978	608.2	2.2%
1979	621.8	2.2%
1980	614.3	-1.2%
1981	578.6	-6.1%
1982	452.8	-21.5%
1983	412.4	-8.9%
1984	491.8	19.3%
1985	544.6	10.7%
1986	539.8	-0.9%
1987	687.5	27.4%
1988	852.8	24.0%
1989	917.5	7.6%
1990	942.9	2.8%
1991	958.6	1.7%
1992	947.0	-1.2%
1993	1,026.0	8.3%
1994	1,051.1	2.4%
1995	1,157.7	10.1%
1996	1,284.8	11.0%
1997	1,440.7	12.1%
1998	1,496.4	3.9%
1999	1,892.4	26.5%
2000	1,922.0	1.6%
2001	1,901.0	-1.1%
2002	1,871.3	-1.6%

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

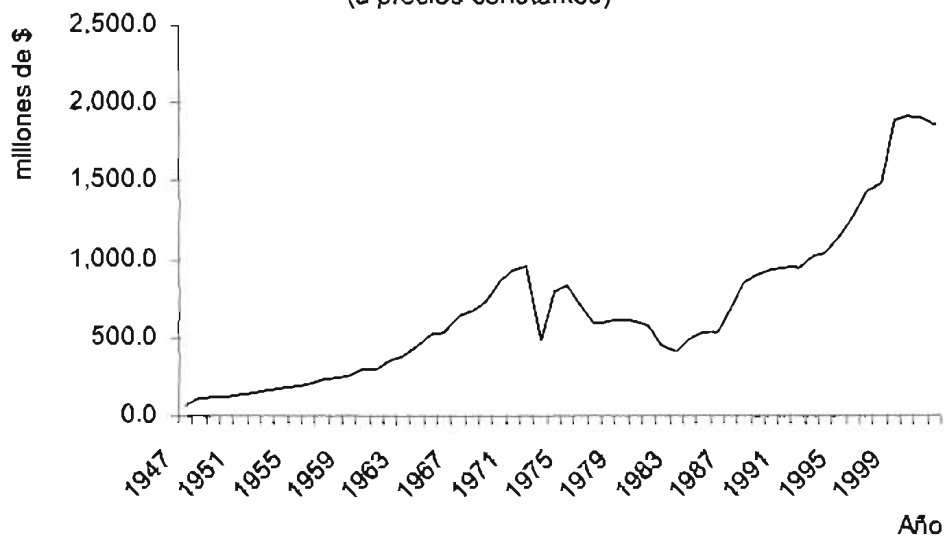
## Series estadísticas

**Cuadro A.4**  
**Gastos de consumo personal**  
**(Millones de \$ a precios constantes)**

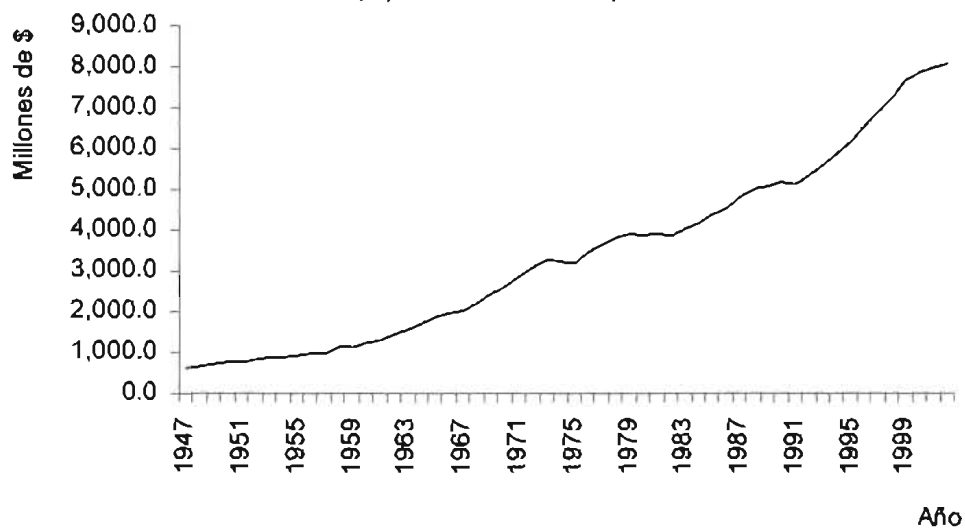
Año	Consumo	Crecimiento %
1947	645.4	
1948	672.7	4.2%
1949	713.9	6.1%
1950	773.6	8.4%
1951	813.8	5.2%
1952	835.7	2.7%
1953	888.9	6.4%
1954	911.8	2.6%
1955	964.9	5.8%
1956	1,009.6	4.6%
1957	1,025.7	1.6%
1958	1,154.9	12.6%
1959	1,154.6	0.0%
1960	1,260.8	9.2%
1961	1,317.1	4.5%
1962	1,451.3	10.2%
1963	1,574.2	8.5%
1964	1,748.2	11.1%
1965	1,886.5	7.9%
1966	2,022.5	7.2%
1967	2,062.7	2.0%
1968	2,242.6	8.7%
1969	2,480.4	10.6%
1970	2,648.8	6.8%
1971	2,904.0	9.6%
1972	3,119.5	7.4%
1973	3,292.1	5.5%
1974	3,268.9	-0.8%
1975	3,191.1	-2.3%
1976	3,473.1	8.8%
1977	3,690.7	6.3%
1978	3,818.4	3.5%
1979	3,953.3	3.5%
1980	3,895.6	-1.5%
1981	3,926.1	0.8%
1982	3,913.1	-0.3%
1983	4,033.1	3.1%
1984	4,221.6	4.7%
1985	4,411.8	4.5%
1986	4,596.2	4.2%
1987	4,860.5	5.8%
1988	5,054.3	4.0%
1989	5,111.2	1.1%
1990	5,215.6	2.0%
1991	5,154.8	-1.2%
1992	5,347.6	3.7%
1993	5,614.8	5.0%
1994	5,896.1	5.0%
1995	6,198.7	5.1%
1996	6,581.6	6.2%
1997	6,962.5	5.8%
1998	7,270.2	4.4%
1999	7,662.9	5.4%
2000	7,896.4	3.0%
2001	7,991.6	1.2%
2002	8,100.1	1.4%

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

**Gráfica A.3**  
Inversión Interna Bruta de Capital Fijo  
(a precios constantes)



**Gráfica A.4**  
Gasto de consumo personal  
(a precios constantes)

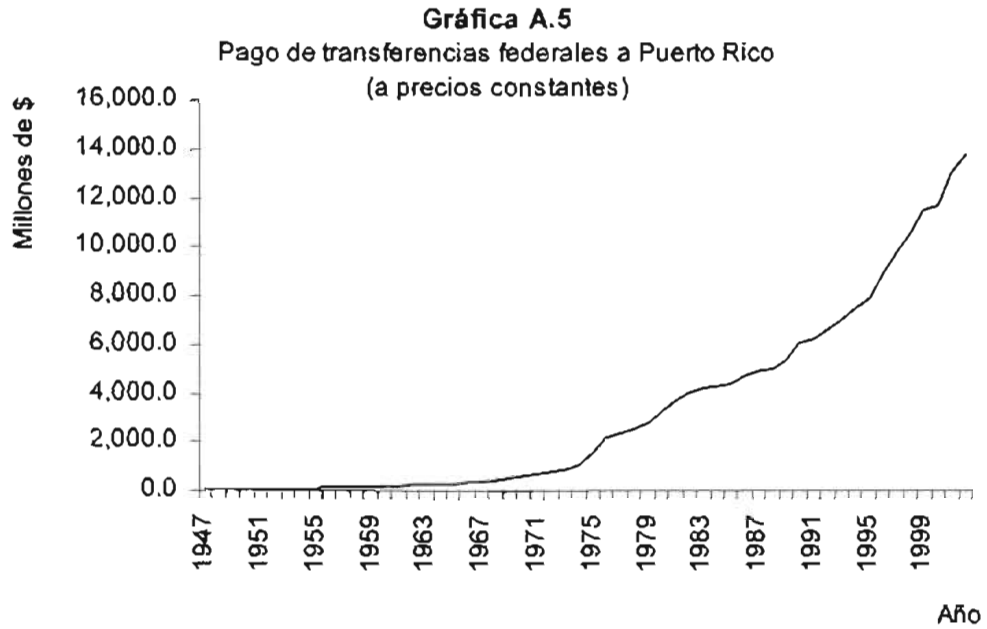


Series estadísticas

**Cuadro A.5**  
**Transferencias federales a Puerto Rico**  
**(Millones de \$ a precios constantes)**

Año	Transferencias	Crecimiento %
1947	58.8	
1948	73.9	25.7%
1949	77.4	4.7%
1950	78.1	0.9%
1951	62.5	-20.0%
1952	68.7	9.9%
1953	78.7	14.6%
1954	96.3	22.4%
1955	125.7	30.5%
1956	143.0	13.8%
1957	161.3	12.8%
1958	159.7	-1.0%
1959	164.5	3.0%
1960	177.1	7.7%
1961	198.6	12.1%
1962	226.9	14.2%
1963	249.3	9.9%
1964	271.6	8.9%
1965	302.0	11.2%
1966	350.7	16.1%
1967	383.3	9.3%
1968	444.4	15.9%
1969	499.6	12.4%
1970	572.2	14.5%
1971	678.4	18.6%
1972	776.1	14.4%
1973	887.4	14.3%
1974	1,012.6	14.1%
1975	1,578.6	55.9%
1976	2,164.7	37.1%
1977	2,373.3	9.6%
1978	2,564.2	8.0%
1979	2,824.6	10.2%
1980	3,288.3	16.4%
1981	3,691.2	12.3%
1982	4,020.8	8.9%
1983	4,184.4	4.1%
1984	4,277.2	2.2%
1985	4,393.9	2.7%
1986	4,760.0	8.3%
1987	4,889.0	2.7%
1988	5,049.1	3.3%
1989	5,343.5	5.8%
1990	6,068.1	13.6%
1991	6,213.4	2.4%
1992	6,594.7	6.1%
1993	7,071.8	7.2%
1994	7,469.3	5.6%
1995	7,897.5	5.7%
1996	8,845.6	12.0%
1997	9,863.9	11.5%
1998	10,540.3	6.9%
1999	11,495.0	9.1%
2000	11,735.9	2.1%
2001	13,052.8	11.2%
2002	13,779.3	5.6%

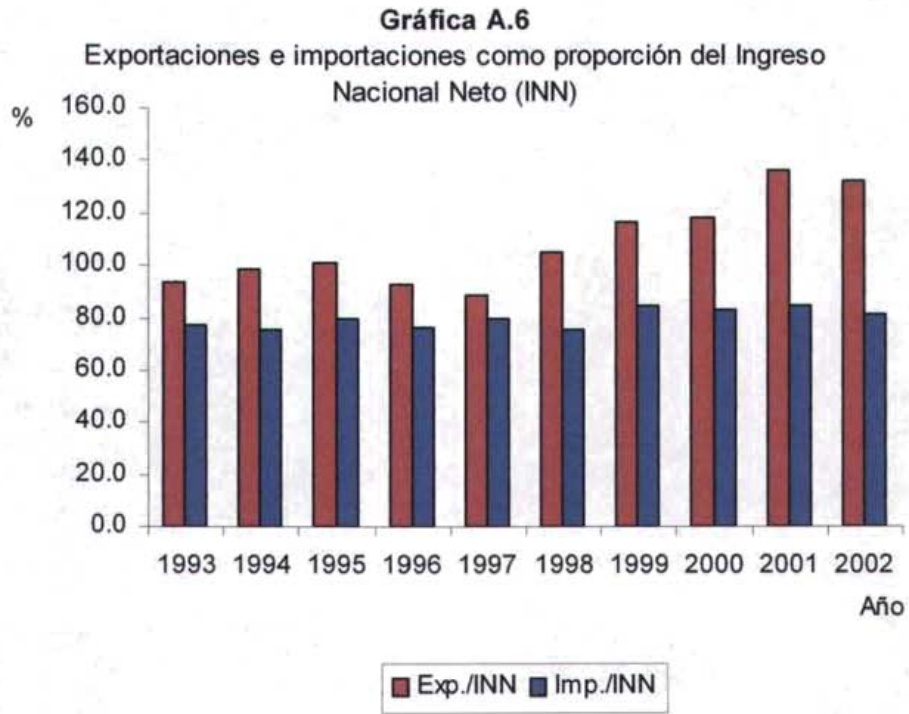
Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico



**Cuadro A.6**  
**Importaciones y exportaciones como proporción del ingreso nacional neto (INN)**  
**(Millones de \$)**

Año	INN	Exportaciones	Exp /INN	Importaciones	Imp /INN
1993	21,185.2	19,790.7	93.4	16,385.9	77.3
1994	22,040.5	21,752.6	98.7	16,654.2	75.6
1995	23,653.4	23,811.3	100.7	18,816.6	79.6
1996	24,853.9	22,944.4	92.3	19,060.9	76.7
1997	26,968.1	23,946.8	88.8	21,387.4	79.3
1998	28,824.4	30,272.9	105.0	21,797.5	75.6
1999	29,907.7	34,901.8	116.7	25,299.4	84.6
2000	32,610.4	38,465.7	118.0	27,042.8	82.9
2001	34,476.1	46,900.8	136.0	29,149.3	84.5
2002	35,601.9	47,172.3	132.5	28,984.6	81.4

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico



## **APÉNDICE B**

### **AGREGACIÓN DE LAS MATRICES Y BASE DE DATOS**



Agregación de las matrices y base de datos

**Cuadro B.1**  
**Agregación de los sectores de la matriz de Puerto Rico**

#	Nombre	SIC	Descripción
1	Agricultura	100	Caña de azúcar
		200	Otra agricultura, bosque y pesca
		300	Servicios agrícolas
2	Minería y construcción	11000	Minería
		15100	Construcción nueva
		15200	Reparación y mantenimiento
		32100	Productos de piedra, arcilla y cristal
3	Alimentos y productos relacionados	20100	Carne y productos de carne
		20200	Leche y productos de leche
		20300	Productos enlatados de frutas y vegetales
		20400	Productos de molinos de granos
		20500	Productos de panadería y repostería
		20610	Centrales, refinerías y confites
		20840	Bebidas alcohólicas y maltas
		20870	Bebidas no-alcohólicas
		20900	Productos misceláneos de alimentos
21000	Productos de tabaco		
4	Textiles	22000	Productos textiles
		23000	Ropa y accesorios misceláneos
		31000	Cuero y productos de cuero
5	Papel y madera	24000	Madera y productos de madera
		26000	Papel y productos relacionados
		27000	Imprenta y editoriales
6	Otros productos químicos	28100	Petroquímicas
		28300	Drogas y preparaciones farmacéuticas
		28400	Otros productos químicos
7	Refinerías de petróleo	29100	Refinerías de petróleo
		29200	Otros productos de petróleo
8	Productos de metal	33000	Productos primarios de metal
		34000	Productos fabricados de metal
9	Maquinaria	35000	Maquinaria, excepto eléctrica
		36000	Maquinaria eléctrica
		37000	Equipo de transporte
10	Industrias manufactureras misceláneas	30000	Productos de goma y plástico
		38000	Instrumentos científicos y profesionales
		39000	Industrias manufactureras misceláneas
11	Transporte y comunicación	41100	Públicos y taxis
		41200	Autobuses
		42000	Transporte terrestre de carga y almacenaje
		44000	Transporte marítimo
		45000	Transporte aéreo
		47100	Servicios de transporte
		47200	Agencias de pasajes
		48100	Teléfono, telégrafo y cable
		48300	Estaciones de radio y televisión

Agregación de las matrices y base de datos

**Cuadro B.1**  
**Agregación de los sectores de la matriz de Puerto Rico (cont.)**

#	Nombre	SIC	Descripción
12	Servicios públicos	49100	Servicios de electricidad e irrigación
		49200	Servicios de gas y salubridad
		49400	Agua y servicios de alcantarillado
13	Comercio y hoteles	50000	Comercio
		70110	Hoteles turísticos
		70120	Otros hoteles y casas de hospedaje
14	Finanzas, seguros y bienes raíces	61100	Bancos comerciales
		61200	Bancos hipotecarios y corredores
		61300	Asociaciones de ahorro y préstamos
		61400	Cooperativas de crédito
		61500	Corredores de valores
		61800	Préstamos personales
		61700	Compañías de venta condicional
		61800	Otras agencias de crédito
		63100	Seguros de vida, accidente y salud
		63200	Otros seguros
15	Servicios personales y otros	63300	Ajustadores, corredores, otros servicios de seguros
		65100	Bienes raíces
		72100	Trenes de lavado
		72200	Estudios fotográficos
		72300	Salones de belleza y barbería
		72600	Funerarias
		72900	Zapaterías, limpiabotas y otros
		73100	Servicios comerciales
		75100	Renta de automóviles
		75200	Estacionamiento
		75300	Reparaciones de automóviles y misceláneas
		78100	Productores y distribuidores de películas
		78300	Cines
		78400	Productores de espectáculos públicos
		78500	Hipódromos y dueños de caballos
		78600	Otras diversiones misceláneas
		80100	Médicos y cirujanos
		80200	Dentistas
		80600	Hospitales
		80700	Laboratorios médicos y dentales
80800	Servicios misceláneos de salud		
81100	Servicios legales		
81200	Servicios educativos		
81300	Servicios de ingenieros y arquitectos		
81400	Servicios de contabilidad y auditoría		
83000	Instituciones sin fines de lucro		
88000	Servicios domésticos		
99000	Industrias de productos no clasificados		
16	Gobierno	90100	Gobierno del Estado Libre Asociado
		90200	Gobierno municipal
		90300	Gobierno federal (Gov. De EEUU en PR)

**Cuadro B.2**  
**Agregación de los sectores de la matriz de Estados Unidos**

#	Nombre	Sector	Descripción
1	Agricultura	1	Agricultura, bosque y pesca
2	Minería y construcción	2	Minería y cantera
		11	Productos minerales no-metálicos
		26	Construcción
3	Alimentos y productos relacionados	3	Alimentos, bebidas y tabaco
4	Textiles	4	Textiles, accesorios y cuero
5	Papel y madera	5	Productos de madera y muebles
		6	Papel, productos de papel e imprenta
6	Otros productos químicos	7	Químicos industriales
		8	Drogas y medicina
7	Refinerías de petróleo	9	Petróleo y productos de carbón
8	Productos de metal	12	Hierro y acero
		13	Metales, excepto hierro
		14	Productos de metal
9	Maquinaria	15	Maquinaria no-eléctrica
		16	Maquinaria de oficina y computación
		17	Aparatos eléctricos (NEC)
		20	Otro equipo de transporte
		21	Vehículos de motor
		22	Aviones
10	Industrias manufactureras misceláneas	10	Productos de goma y plástico
		23	Instrumentos científicos y profesionales
		24	Otra manufactura
11	Transporte y comunicación	18	Radio, televisión y equipo de comunicación
		29	Transporte y almacenaje
		30	Comunicación
12	Servicios públicos	25	Electricidad, gas y agua
13	Comercio y hoteles	27	Comercio al por mayor y al detal
		28	Hoteles y restaurantes
14	Finanzas, seguros y bienes raíces	31	Finanzas y seguros
		32	Bienes raíces y servicios comerciales
15	Servicios personales y otros	19	Reparaciones
		33	Servicios personales, sociales y comunitarios
		35	Industrias de productos no clasificados
16	Gobierno	34	Servicios gubernamentales

**Cuadro B.3**  
**Datos de Puerto Rico y Estados Unidos**

Datos	1972	1977	1982	1987
Matriz de transacciones totales (16x16)	x	x	x	x
Matriz de transacciones (importaciones) (16x16)	x	x	x	x
Matriz de transacciones (local) (16x16)	x	x	x	x
Matriz de coeficientes tecnológicos (total) (16x16)	x	x	x	x
Matriz de coeficientes tecnológicos (importaciones) (16x16)	x	x	x	x
Matriz de coeficientes tecnológicos (local) (16x16)	x	x	x	x
Vector de producción bruta (16x1)	x	x	x	x
Valor agregado (1x16)	x	x	x	x
Demanda final total (16x1)	x	x	x	x

**Cuadro B.4**  
**Datos de comercio entre Puerto Rico y Estados Unidos**

Datos	1972	1977	1982	1985	1987	1990
Matriz de importaciones de PR respecto a EEUU (16x16)	x	x	x		x	
Matriz de importaciones de EEUU respecto a PR (16x16)	x	x	x	x		x
Matriz de coeficientes de comercio de PR respecto a EEUU (16x16)	x	x	x		x	
Matriz de coeficientes de comercio de EEUU respecto a PR (16x16)	x	x	x	x		x
Exportaciones totales de PR	x	x	x	x	x	x
Exportaciones de PR a EEUU	x	x	x	x	x	x
Importaciones totales de PR	x	x	x	x	x	x
Importaciones de PR respecto a EEUU	x	x	x	x	x	x
Demanda final de EEUU que se exporta a PR	x	x	x	x		x
Demanda final de PR que se exporta a EEUU	x	x	x		x	
Demanda final que se queda en PR	x	x	x		x	
Demanda final que se queda en EEUU	x	x	x	x		x

## **Apéndice C**

### **Índices de circularidad por vértice**

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1972

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	10	0.63	(1,2)	10	0.63	(1,3)	10	0.63	(1,4)	11	0.69
(2,1)	11	0.69	(2,2)	12	0.75	(2,3)	12	0.75	(2,4)	12	0.75
(3,1)	11	0.69	(3,2)	12	0.75	(3,3)	12	0.75	(3,4)	12	0.75
(4,1)	11	0.69	(4,2)	12	0.75	(4,3)	12	0.75	(4,4)	13	0.81
(5,1)	10	0.63	(5,2)	11	0.69	(5,3)	11	0.69	(5,4)	12	0.75
(6,1)	12	0.75	(6,2)	13	0.81	(6,3)	13	0.81	(6,4)	13	0.81
(7,1)	11	0.69	(7,2)	12	0.75	(7,3)	12	0.75	(7,4)	12	0.75
(8,1)	12	0.75	(8,2)	13	0.81	(8,3)	13	0.81	(8,4)	14	0.88
(9,1)	10	0.63	(9,2)	11	0.69	(9,3)	11	0.69	(9,4)	11	0.69
(10,1)	11	0.69	(10,2)	11	0.69	(10,3)	12	0.75	(10,4)	12	0.75
(11,1)	10	0.63	(11,2)	11	0.69	(11,3)	11	0.69	(11,4)	12	0.75
(12,1)	9	0.56	(12,2)	10	0.63	(12,3)	10	0.63	(12,4)	10	0.63
(13,1)	11	0.69	(13,2)	11	0.69	(13,3)	12	0.75	(13,4)	12	0.75
(14,1)	11	0.69	(14,2)	12	0.75	(14,3)	12	0.75	(14,4)	12	0.75
(15,1)	11	0.69	(15,2)	11	0.69	(15,3)	12	0.75	(15,4)	12	0.75
(16,1)	7	0.44	(16,2)	7	0.44	(16,3)	8	0.50	(16,4)	8	0.50
$\phi$		0.66	$\phi$		0.70	$\phi$		0.71	$\phi$		0.73

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1972

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	10	0.63	(1,6)	10	0.63	(1,7)	11	0.69	(1,8)	11	0.69
(2,5)	12	0.75	(2,6)	12	0.75	(2,7)	13	0.81	(2,8)	13	0.81
(3,5)	12	0.75	(3,6)	12	0.75	(3,7)	12	0.75	(3,8)	12	0.75
(4,5)	12	0.75	(4,6)	12	0.75	(4,7)	12	0.75	(4,8)	12	0.75
(5,5)	11	0.69	(5,6)	11	0.69	(5,7)	12	0.75	(5,8)	12	0.75
(6,5)	12	0.75	(6,6)	13	0.81	(6,7)	13	0.81	(6,8)	13	0.81
(7,5)	12	0.75	(7,6)	12	0.75	(7,7)	13	0.81	(7,8)	12	0.75
(8,5)	13	0.81	(8,6)	13	0.81	(8,7)	14	0.88	(8,8)	14	0.88
(9,5)	11	0.69	(9,6)	11	0.69	(9,7)	12	0.75	(9,8)	11	0.69
(10,5)	11	0.69	(10,6)	11	0.69	(10,7)	12	0.75	(10,8)	12	0.75
(11,5)	11	0.69	(11,6)	11	0.69	(11,7)	12	0.75	(11,8)	11	0.69
(12,5)	9	0.56	(12,6)	10	0.63	(12,7)	10	0.63	(12,8)	10	0.63
(13,5)	11	0.69	(13,6)	11	0.69	(13,7)	12	0.75	(13,8)	12	0.75
(14,5)	11	0.69	(14,6)	11	0.69	(14,7)	12	0.75	(14,8)	12	0.75
(15,5)	11	0.69	(15,6)	11	0.69	(15,7)	12	0.75	(15,8)	12	0.75
(16,5)	7	0.44	(16,6)	7	0.44	(16,7)	8	0.50	(16,8)	8	0.50
$\phi$		0.69	$\phi$		0.70	$\phi$		0.74	$\phi$		0.73

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1972

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	10	0.63	(1,10)	10	0.63	(1,11)	9	0.56	(1,12)	10	0.63
(2,9)	12	0.75	(2,10)	12	0.75	(2,11)	11	0.69	(2,12)	12	0.75
(3,9)	11	0.69	(3,10)	12	0.75	(3,11)	10	0.63	(3,12)	11	0.69
(4,9)	11	0.69	(4,10)	12	0.75	(4,11)	10	0.63	(4,12)	11	0.69
(5,9)	11	0.69	(5,10)	11	0.69	(5,11)	10	0.63	(5,12)	11	0.69
(6,9)	12	0.75	(6,10)	12	0.75	(6,11)	11	0.69	(6,12)	12	0.75
(7,9)	12	0.75	(7,10)	12	0.75	(7,11)	10	0.63	(7,12)	11	0.69
(8,9)	13	0.81	(8,10)	13	0.81	(8,11)	12	0.75	(8,12)	13	0.81
(9,9)	11	0.69	(9,10)	11	0.69	(9,11)	9	0.56	(9,12)	10	0.63
(10,9)	11	0.69	(10,10)	11	0.69	(10,11)	10	0.63	(10,12)	11	0.69
(11,9)	11	0.69	(11,10)	11	0.69	(11,11)	10	0.63	(11,12)	11	0.69
(12,9)	9	0.56	(12,10)	9	0.56	(12,11)	8	0.50	(12,12)	9	0.56
(13,9)	11	0.69	(13,10)	11	0.69	(13,11)	10	0.63	(13,12)	11	0.69
(14,9)	11	0.69	(14,10)	11	0.69	(14,11)	10	0.63	(14,12)	11	0.69
(15,9)	11	0.69	(15,10)	11	0.69	(15,11)	10	0.63	(15,12)	11	0.69
(16,9)	7	0.44	(16,10)	7	0.44	(16,11)	6	0.38	(16,12)	7	0.44
$\phi$		0.68	$\phi$		0.69	$\phi$		0.61	$\phi$		0.67

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1972

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	8	0.50	(1,14)	9	0.56	(1,15)	9	0.56	(1,16)	9	0.56
(2,13)	10	0.63	(2,14)	11	0.69	(2,15)	11	0.69	(2,16)	11	0.69
(3,13)	10	0.63	(3,14)	10	0.63	(3,15)	11	0.69	(3,16)	10	0.63
(4,13)	10	0.63	(4,14)	10	0.63	(4,15)	11	0.69	(4,16)	10	0.63
(5,13)	9	0.56	(5,14)	10	0.63	(5,15)	10	0.63	(5,16)	10	0.63
(6,13)	11	0.69	(6,14)	11	0.69	(6,15)	11	0.69	(6,16)	11	0.69
(7,13)	10	0.63	(7,14)	10	0.63	(7,15)	11	0.69	(7,16)	10	0.63
(8,13)	11	0.69	(8,14)	12	0.75	(8,15)	12	0.75	(8,16)	12	0.75
(9,13)	9	0.56	(9,14)	9	0.56	(9,15)	10	0.63	(9,16)	9	0.56
(10,13)	9	0.56	(10,14)	10	0.63	(10,15)	10	0.63	(10,16)	10	0.63
(11,13)	9	0.56	(11,14)	9	0.56	(11,15)	10	0.63	(11,16)	10	0.63
(12,13)	8	0.50	(12,14)	8	0.50	(12,15)	8	0.50	(12,16)	8	0.50
(13,13)	9	0.56	(13,14)	10	0.63	(13,15)	10	0.63	(13,16)	10	0.63
(14,13)	10	0.63	(14,14)	10	0.63	(14,15)	10	0.63	(14,16)	10	0.63
(15,13)	9	0.56	(15,14)	10	0.63	(15,15)	10	0.63	(15,16)	10	0.63
(16,13)	5	0.31	(16,14)	6	0.38	(16,15)	6	0.38	(16,16)	6	0.38
$\phi$		0.57	$\phi$		0.61	$\phi$		0.63	$\phi$		0.61

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1977

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	11	0.69	(1,2)	12	0.75	(1,3)	12	0.75	(1,4)	11	0.69
(2,1)	19	1.19	(2,2)	21	1.31	(2,3)	21	1.31	(2,4)	20	1.25
(3,1)	13	0.81	(3,2)	14	0.88	(3,3)	14	0.88	(3,4)	13	0.81
(4,1)	12	0.75	(4,2)	13	0.81	(4,3)	13	0.81	(4,4)	12	0.75
(5,1)	16	1.00	(5,2)	17	1.06	(5,3)	17	1.06	(5,4)	16	1.00
(6,1)	15	0.94	(6,2)	17	1.06	(6,3)	17	1.06	(6,4)	15	0.94
(7,1)	18	1.13	(7,2)	19	1.19	(7,3)	19	1.19	(7,4)	18	1.13
(8,1)	17	1.06	(8,2)	19	1.19	(8,3)	18	1.13	(8,4)	17	1.06
(9,1)	16	1.00	(9,2)	18	1.13	(9,3)	18	1.13	(9,4)	17	1.06
(10,1)	14	0.88	(10,2)	16	1.00	(10,3)	15	0.94	(10,4)	14	0.88
(11,1)	15	0.94	(11,2)	16	1.00	(11,3)	16	1.00	(11,4)	15	0.94
(12,1)	13	0.81	(12,2)	15	0.94	(12,3)	14	0.88	(12,4)	13	0.81
(13,1)	15	0.94	(13,2)	17	1.06	(13,3)	17	1.06	(13,4)	15	0.94
(14,1)	15	0.94	(14,2)	17	1.06	(14,3)	17	1.06	(14,4)	16	1.00
(15,1)	17	1.06	(15,2)	19	1.19	(15,3)	19	1.19	(15,4)	18	1.13
(16,1)	10	0.63	(16,2)	12	0.75	(16,3)	12	0.75	(16,4)	11	0.69
$\phi$		0.92	$\phi$		1.02	$\phi$		1.01	$\phi$		0.94

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1977

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	12	0.75	(1,6)	13	0.81	(1,7)	16	1.00	(1,8)	12	0.75
(2,5)	21	1.31	(2,6)	22	1.38	(2,7)	25	1.56	(2,8)	21	1.31
(3,5)	14	0.88	(3,6)	15	0.94	(3,7)	19	1.19	(3,8)	15	0.94
(4,5)	13	0.81	(4,6)	14	0.88	(4,7)	17	1.06	(4,8)	14	0.88
(5,5)	17	1.06	(5,6)	18	1.13	(5,7)	21	1.31	(5,8)	18	1.13
(6,5)	16	1.00	(6,6)	17	1.06	(6,7)	21	1.31	(6,8)	17	1.06
(7,5)	19	1.19	(7,6)	20	1.25	(7,7)	24	1.50	(7,8)	20	1.25
(8,5)	18	1.13	(8,6)	19	1.19	(8,7)	23	1.44	(8,8)	19	1.19
(9,5)	18	1.13	(9,6)	19	1.19	(9,7)	22	1.38	(9,8)	18	1.13
(10,5)	15	0.94	(10,6)	16	1.00	(10,7)	20	1.25	(10,8)	16	1.00
(11,5)	16	1.00	(11,6)	17	1.06	(11,7)	21	1.31	(11,8)	17	1.06
(12,5)	14	0.88	(12,6)	15	0.94	(12,7)	19	1.19	(12,8)	15	0.94
(13,5)	16	1.00	(13,6)	17	1.06	(13,7)	21	1.31	(13,8)	17	1.06
(14,5)	17	1.06	(14,6)	19	1.19	(14,7)	21	1.31	(14,8)	17	1.06
(15,5)	19	1.19	(15,6)	20	1.25	(15,7)	23	1.44	(15,8)	20	1.25
(16,5)	11	0.69	(16,6)	12	0.75	(16,7)	16	1.00	(16,8)	12	0.75
$\phi$		1.00	$\phi$		1.07	$\phi$		1.29	$\phi$		1.05



Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1977

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	11	0.69	(1,10)	11	0.69	(1,11)	11	0.69	(1,12)	14	0.88
(2,9)	20	1.25	(2,10)	20	1.25	(2,11)	20	1.25	(2,12)	23	1.44
(3,9)	14	0.88	(3,10)	14	0.88	(3,11)	14	0.88	(3,12)	16	1.00
(4,9)	13	0.81	(4,10)	13	0.81	(4,11)	12	0.75	(4,12)	15	0.94
(5,9)	16	1.00	(5,10)	16	1.00	(5,11)	16	1.00	(5,12)	19	1.19
(6,9)	16	1.00	(6,10)	16	1.00	(6,11)	16	1.00	(6,12)	19	1.19
(7,9)	19	1.19	(7,10)	19	1.19	(7,11)	19	1.19	(7,12)	21	1.31
(8,9)	18	1.13	(8,10)	18	1.13	(8,11)	18	1.13	(8,12)	21	1.31
(9,9)	17	1.06	(9,10)	17	1.06	(9,11)	17	1.06	(9,12)	20	1.25
(10,9)	15	0.94	(10,10)	15	0.94	(10,11)	15	0.94	(10,12)	18	1.13
(11,9)	16	1.00	(11,10)	16	1.00	(11,11)	16	1.00	(11,12)	18	1.13
(12,9)	14	0.88	(12,10)	14	0.88	(12,11)	14	0.88	(12,12)	17	1.06
(13,9)	16	1.00	(13,10)	16	1.00	(13,11)	16	1.00	(13,12)	18	1.13
(14,9)	16	1.00	(14,10)	16	1.00	(14,11)	16	1.00	(14,12)	19	1.19
(15,9)	19	1.19	(15,10)	18	1.13	(15,11)	18	1.13	(15,12)	21	1.31
(16,9)	11	0.69	(16,10)	11	0.69	(16,11)	11	0.69	(16,12)	14	0.88
ϕ		0.98	ϕ		0.98	ϕ		0.97	ϕ		1.14

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1977

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	9	0.56	(1,14)	10	0.63	(1,15)	10	0.63	(1,16)	9	0.56
(2,13)	18	1.13	(2,14)	19	1.19	(2,15)	19	1.19	(2,16)	18	1.13
(3,13)	12	0.75	(3,14)	13	0.81	(3,15)	13	0.81	(3,16)	11	0.69
(4,13)	10	0.63	(4,14)	12	0.75	(4,15)	11	0.69	(4,16)	10	0.63
(5,13)	14	0.88	(5,14)	15	0.94	(5,15)	15	0.94	(5,16)	14	0.88
(6,13)	14	0.88	(6,14)	15	0.94	(6,15)	15	0.94	(6,16)	13	0.81
(7,13)	17	1.06	(7,14)	18	1.13	(7,15)	18	1.13	(7,16)	16	1.00
(8,13)	16	1.00	(8,14)	17	1.06	(8,15)	17	1.06	(8,16)	15	0.94
(9,13)	15	0.94	(9,14)	16	1.00	(9,15)	16	1.00	(9,16)	15	0.94
(10,13)	13	0.81	(10,14)	14	0.88	(10,15)	15	0.94	(10,16)	12	0.75
(11,13)	14	0.88	(11,14)	15	0.94	(11,15)	15	0.94	(11,16)	13	0.81
(12,13)	12	0.75	(12,14)	13	0.81	(12,15)	13	0.81	(12,16)	11	0.69
(13,13)	14	0.88	(13,14)	15	0.94	(13,15)	15	0.94	(13,16)	13	0.81
(14,13)	14	0.88	(14,14)	15	0.94	(14,15)	15	0.94	(14,16)	14	0.88
(15,13)	16	1.00	(15,14)	17	1.06	(15,15)	17	1.06	(15,16)	16	1.00
(16,13)	9	0.56	(16,14)	10	0.63	(16,15)	10	0.63	(16,16)	9	0.56
ϕ		0.85	ϕ		0.91	ϕ		0.91	ϕ		0.82

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1982

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	11	0.69	(1,2)	12	0.75	(1,3)	12	0.75	(1,4)	10	0.63
(2,1)	20	1.25	(2,2)	21	1.31	(2,3)	21	1.31	(2,4)	19	1.19
(3,1)	11	0.69	(3,2)	13	0.81	(3,3)	13	0.81	(3,4)	11	0.69
(4,1)	11	0.69	(4,2)	13	0.81	(4,3)	13	0.81	(4,4)	11	0.69
(5,1)	15	0.94	(5,2)	16	1.00	(5,3)	16	1.00	(5,4)	14	0.88
(6,1)	16	1.00	(6,2)	17	1.06	(6,3)	17	1.06	(6,4)	15	0.94
(7,1)	20	1.25	(7,2)	22	1.38	(7,3)	22	1.38	(7,4)	20	1.25
(8,1)	17	1.06	(8,2)	18	1.13	(8,3)	19	1.19	(8,4)	17	1.06
(9,1)	18	1.13	(9,2)	19	1.19	(9,3)	19	1.19	(9,4)	18	1.13
(10,1)	15	0.94	(10,2)	16	1.00	(10,3)	16	1.00	(10,4)	15	0.94
(11,1)	16	1.00	(11,2)	17	1.06	(11,3)	17	1.06	(11,4)	15	0.94
(12,1)	14	0.88	(12,2)	16	1.00	(12,3)	16	1.00	(12,4)	14	0.88
(13,1)	15	0.94	(13,2)	16	1.00	(13,3)	16	1.00	(13,4)	15	0.94
(14,1)	16	1.00	(14,2)	17	1.06	(14,3)	17	1.06	(14,4)	15	0.94
(15,1)	18	1.13	(15,2)	19	1.19	(15,3)	19	1.19	(15,4)	17	1.06
(16,1)	9	0.56	(16,2)	10	0.63	(16,3)	11	0.69	(16,4)	9	0.56
$\phi_1$		0.95	$\phi_2$		1.02	$\phi_3$		1.03	$\phi_4$		0.92

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1982

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	11	0.69	(1,6)	11	0.69	(1,7)	14	0.88	(1,8)	12	0.75
(2,5)	20	1.25	(2,6)	20	1.25	(2,7)	24	1.50	(2,8)	20	1.25
(3,5)	12	0.75	(3,6)	12	0.75	(3,7)	15	0.94	(3,8)	12	0.75
(4,5)	12	0.75	(4,6)	12	0.75	(4,7)	15	0.94	(4,8)	12	0.75
(5,5)	15	0.94	(5,6)	15	0.94	(5,7)	19	1.19	(5,8)	16	1.00
(6,5)	15	0.94	(6,6)	16	1.00	(6,7)	20	1.25	(6,8)	16	1.00
(7,5)	21	1.31	(7,6)	21	1.31	(7,7)	24	1.50	(7,8)	21	1.31
(8,5)	18	1.13	(8,6)	18	1.13	(8,7)	21	1.31	(8,8)	18	1.13
(9,5)	18	1.13	(9,6)	19	1.19	(9,7)	22	1.38	(9,8)	19	1.19
(10,5)	15	0.94	(10,6)	16	1.00	(10,7)	19	1.19	(10,8)	16	1.00
(11,5)	16	1.00	(11,6)	16	1.00	(11,7)	20	1.25	(11,8)	17	1.06
(12,5)	15	0.94	(12,6)	15	0.94	(12,7)	18	1.13	(12,8)	15	0.94
(13,5)	15	0.94	(13,6)	16	1.00	(13,7)	19	1.19	(13,8)	16	1.00
(14,5)	16	1.00	(14,6)	17	1.06	(14,7)	20	1.25	(14,8)	17	1.06
(15,5)	18	1.13	(15,6)	18	1.13	(15,7)	22	1.38	(15,8)	19	1.19
(16,5)	10	0.63	(16,6)	10	0.63	(16,7)	13	0.81	(16,8)	10	0.63
$\phi_5$		0.96	$\phi_6$		0.98	$\phi_7$		1.19	$\phi_8$		1.00

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1982

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	11	0.69	(1,10)	13	0.81	(1,11)	9	0.56	(1,12)	14	0.88
(2,9)	20	1.25	(2,10)	22	1.38	(2,11)	18	1.13	(2,12)	23	1.44
(3,9)	12	0.75	(3,10)	13	0.81	(3,11)	10	0.63	(3,12)	14	0.88
(4,9)	12	0.75	(4,10)	14	0.88	(4,11)	10	0.63	(4,12)	15	0.94
(5,9)	15	0.94	(5,10)	17	1.06	(5,11)	13	0.81	(5,12)	18	1.13
(6,9)	16	1.00	(6,10)	18	1.13	(6,11)	14	0.88	(6,12)	19	1.19
(7,9)	21	1.31	(7,10)	23	1.44	(7,11)	19	1.19	(7,12)	24	1.50
(8,9)	17	1.06	(8,10)	19	1.19	(8,11)	16	1.00	(8,12)	20	1.25
(9,9)	18	1.13	(9,10)	20	1.25	(9,11)	17	1.06	(9,12)	21	1.31
(10,9)	15	0.94	(10,10)	17	1.06	(10,11)	13	0.81	(10,12)	18	1.13
(11,9)	16	1.00	(11,10)	18	1.13	(11,11)	14	0.88	(11,12)	19	1.19
(12,9)	15	0.94	(12,10)	17	1.06	(12,11)	13	0.81	(12,12)	18	1.13
(13,9)	15	0.94	(13,10)	17	1.06	(13,11)	13	0.81	(13,12)	18	1.13
(14,9)	16	1.00	(14,10)	18	1.13	(14,11)	14	0.88	(14,12)	19	1.19
(15,9)	18	1.13	(15,10)	20	1.25	(15,11)	16	1.00	(15,12)	21	1.31
(16,9)	9	0.56	(16,10)	11	0.69	(16,11)	8	0.50	(16,12)	12	0.75
$\phi_i$		0.96	$\phi_j$		1.08	$\phi_k$		0.85	$\phi_l$		1.14

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1982

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	9	0.56	(1,14)	9	0.56	(1,15)	9	0.56	(1,16)	9	0.56
(2,13)	18	1.13	(2,14)	18	1.13	(2,15)	18	1.13	(2,16)	18	1.13
(3,13)	10	0.63	(3,14)	10	0.63	(3,15)	9	0.56	(3,16)	10	0.63
(4,13)	10	0.63	(4,14)	10	0.63	(4,15)	10	0.63	(4,16)	10	0.63
(5,13)	13	0.81	(5,14)	13	0.81	(5,15)	13	0.81	(5,16)	13	0.81
(6,13)	14	0.88	(6,14)	14	0.88	(6,15)	14	0.88	(6,16)	14	0.88
(7,13)	19	1.19	(7,14)	19	1.19	(7,15)	19	1.19	(7,16)	19	1.19
(8,13)	16	1.00	(8,14)	16	1.00	(8,15)	15	0.94	(8,16)	16	1.00
(9,13)	17	1.06	(9,14)	17	1.06	(9,15)	16	1.00	(9,16)	17	1.06
(10,13)	13	0.81	(10,14)	13	0.81	(10,15)	13	0.81	(10,16)	13	0.81
(11,13)	14	0.88	(11,14)	14	0.88	(11,15)	14	0.88	(11,16)	14	0.88
(12,13)	13	0.81	(12,14)	13	0.81	(12,15)	12	0.75	(12,16)	13	0.81
(13,13)	13	0.81	(13,14)	13	0.81	(13,15)	13	0.81	(13,16)	13	0.81
(14,13)	14	0.88	(14,14)	14	0.88	(14,15)	14	0.88	(14,16)	14	0.88
(15,13)	16	1.00	(15,14)	16	1.00	(15,15)	16	1.00	(15,16)	16	1.00
(16,13)	8	0.50	(16,14)	8	0.50	(16,15)	7	0.44	(16,16)	8	0.50
$\phi_i$		0.85	$\phi_j$		0.85	$\phi_k$		0.83	$\phi_l$		0.85

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1987

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	5	0.31	(1,2)	5	0.31	(1,3)	6	0.38	(1,4)	4	0.25
(2,1)	8	0.50	(2,2)	9	0.56	(2,3)	8	0.50	(2,4)	7	0.44
(3,1)	6	0.38	(3,2)	7	0.44	(3,3)	7	0.44	(3,4)	6	0.38
(4,1)	4	0.25	(4,2)	5	0.31	(4,3)	5	0.31	(4,4)	5	0.31
(5,1)	6	0.38	(5,2)	7	0.44	(5,3)	7	0.44	(5,4)	6	0.38
(6,1)	7	0.44	(6,2)	7	0.44	(6,3)	7	0.44	(6,4)	6	0.38
(7,1)	8	0.50	(7,2)	9	0.56	(7,3)	9	0.56	(7,4)	8	0.50
(8,1)	7	0.44	(8,2)	7	0.44	(8,3)	7	0.44	(8,4)	7	0.44
(9,1)	7	0.44	(9,2)	8	0.50	(9,3)	7	0.44	(9,4)	7	0.44
(10,1)	6	0.38	(10,2)	7	0.44	(10,3)	7	0.44	(10,4)	6	0.38
(11,1)	7	0.44	(11,2)	8	0.50	(11,3)	7	0.44	(11,4)	7	0.44
(12,1)	6	0.38	(12,2)	7	0.44	(12,3)	6	0.38	(12,4)	6	0.38
(13,1)	7	0.44	(13,2)	8	0.50	(13,3)	7	0.44	(13,4)	7	0.44
(14,1)	7	0.44	(14,2)	8	0.50	(14,3)	8	0.50	(14,4)	7	0.44
(15,1)	8	0.50	(15,2)	8	0.50	(15,3)	8	0.50	(15,4)	8	0.50
(16,1)	5	0.31	(16,2)	6	0.38	(16,3)	5	0.31	(16,4)	5	0.31
$\bar{\phi}_1$		0.41	$\bar{\phi}_2$		0.45	$\bar{\phi}_3$		0.43	$\bar{\phi}_4$		0.40

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1987

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	4	0.25	(1,6)	4	0.25	(1,7)	6	0.38	(1,8)	3	0.19
(2,5)	7	0.44	(2,6)	7	0.44	(2,7)	10	0.63	(2,8)	7	0.44
(3,5)	5	0.31	(3,6)	6	0.38	(3,7)	7	0.44	(3,8)	5	0.31
(4,5)	5	0.31	(4,6)	4	0.25	(4,7)	6	0.38	(4,8)	4	0.25
(5,5)	6	0.38	(5,6)	6	0.38	(5,7)	8	0.50	(5,8)	6	0.38
(6,5)	6	0.38	(6,6)	6	0.38	(6,7)	8	0.50	(6,8)	6	0.38
(7,5)	8	0.50	(7,6)	8	0.50	(7,7)	10	0.63	(7,8)	7	0.44
(8,5)	6	0.38	(8,6)	7	0.44	(8,7)	9	0.56	(8,8)	6	0.38
(9,5)	6	0.38	(9,6)	7	0.44	(9,7)	9	0.56	(9,8)	6	0.38
(10,5)	6	0.38	(10,6)	6	0.38	(10,7)	8	0.50	(10,8)	6	0.38
(11,5)	6	0.38	(11,6)	7	0.44	(11,7)	9	0.56	(11,8)	6	0.38
(12,5)	5	0.31	(12,6)	6	0.38	(12,7)	8	0.50	(12,8)	5	0.31
(13,5)	6	0.38	(13,6)	7	0.44	(13,7)	9	0.56	(13,8)	6	0.38
(14,5)	7	0.44	(14,6)	7	0.44	(14,7)	9	0.56	(14,8)	7	0.44
(15,5)	7	0.44	(15,6)	8	0.50	(15,7)	10	0.63	(15,8)	7	0.44
(16,5)	5	0.31	(16,6)	5	0.31	(16,7)	7	0.44	(16,8)	4	0.25
$\bar{\phi}_5$		0.37	$\bar{\phi}_6$		0.39	$\bar{\phi}_7$		0.52	$\bar{\phi}_8$		0.36

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1987

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	4	0.25	(1,10)	4	0.25	(1,11)	4	0.25	(1,12)	5	0.31
(2,9)	8	0.50	(2,10)	7	0.44	(2,11)	8	0.50	(2,12)	9	0.56
(3,9)	6	0.38	(3,10)	6	0.38	(3,11)	6	0.38	(3,12)	7	0.44
(4,9)	5	0.31	(4,10)	5	0.31	(4,11)	5	0.31	(4,12)	5	0.31
(5,9)	7	0.44	(5,10)	6	0.38	(5,11)	7	0.44	(5,12)	8	0.50
(6,9)	7	0.44	(6,10)	6	0.38	(6,11)	7	0.44	(6,12)	8	0.50
(7,9)	8	0.50	(7,10)	8	0.50	(7,11)	8	0.50	(7,12)	10	0.63
(8,9)	7	0.44	(8,10)	7	0.44	(8,11)	7	0.44	(8,12)	8	0.50
(9,9)	7	0.44	(9,10)	7	0.44	(9,11)	7	0.44	(9,12)	9	0.56
(10,9)	6	0.38	(10,10)	6	0.38	(10,11)	6	0.38	(10,12)	8	0.50
(11,9)	7	0.44	(11,10)	6	0.38	(11,11)	7	0.44	(11,12)	8	0.50
(12,9)	6	0.38	(12,10)	6	0.38	(12,11)	6	0.38	(12,12)	7	0.44
(13,9)	7	0.44	(13,10)	7	0.44	(13,11)	7	0.44	(13,12)	8	0.50
(14,9)	7	0.44	(14,10)	7	0.44	(14,11)	7	0.44	(14,12)	9	0.56
(15,9)	8	0.50	(15,10)	7	0.44	(15,11)	8	0.50	(15,12)	9	0.56
(16,9)	5	0.31	(16,10)	5	0.31	(16,11)	5	0.31	(16,12)	6	0.38
$\bar{\phi}_i$		0.41	$\bar{\phi}_i$		0.39	$\bar{\phi}_i$		0.41	$\bar{\phi}_i$		0.48

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones totales de Puerto Rico de 1987

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	4	0.25	(1,14)	5	0.31	(1,15)	4	0.25	(1,16)	4	0.25
(2,13)	8	0.50	(2,14)	8	0.50	(2,15)	8	0.50	(2,16)	8	0.50
(3,13)	6	0.38	(3,14)	6	0.38	(3,15)	6	0.38	(3,16)	6	0.38
(4,13)	4	0.25	(4,14)	5	0.31	(4,15)	4	0.25	(4,16)	4	0.25
(5,13)	6	0.38	(5,14)	7	0.44	(5,15)	7	0.44	(5,16)	6	0.38
(6,13)	7	0.44	(6,14)	7	0.44	(6,15)	7	0.44	(6,16)	7	0.44
(7,13)	8	0.50	(7,14)	8	0.50	(7,15)	8	0.50	(7,16)	8	0.50
(8,13)	7	0.44	(8,14)	7	0.44	(8,15)	7	0.44	(8,16)	7	0.44
(9,13)	7	0.44	(9,14)	7	0.44	(9,15)	7	0.44	(9,16)	7	0.44
(10,13)	6	0.38	(10,14)	7	0.44	(10,15)	7	0.44	(10,16)	6	0.38
(11,13)	7	0.44	(11,14)	7	0.44	(11,15)	7	0.44	(11,16)	7	0.44
(12,13)	6	0.38	(12,14)	6	0.38	(12,15)	6	0.38	(12,16)	6	0.38
(13,13)	7	0.44	(13,14)	7	0.44	(13,15)	7	0.44	(13,16)	7	0.44
(14,13)	7	0.44	(14,14)	7	0.44	(14,15)	7	0.44	(14,16)	7	0.44
(15,13)	8	0.50	(15,14)	8	0.50	(15,15)	8	0.50	(15,16)	8	0.50
(16,13)	5	0.31	(16,14)	5	0.31	(16,15)	5	0.31	(16,16)	5	0.31
$\bar{\phi}_i$		0.40	$\bar{\phi}_i$		0.42	$\bar{\phi}_i$		0.41	$\bar{\phi}_i$		0.40

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1972

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	5	0.31	(1,2)	5	0.31	(1,3)	6	0.38	(1,4)	5	0.31
(2,1)	6	0.38	(2,2)	6	0.38	(2,3)	6	0.38	(2,4)	6	0.38
(3,1)	6	0.38	(3,2)	6	0.38	(3,3)	6	0.38	(3,4)	6	0.38
(4,1)	5	0.31	(4,2)	5	0.31	(4,3)	5	0.31	(4,4)	6	0.38
(5,1)	5	0.31	(5,2)	5	0.31	(5,3)	5	0.31	(5,4)	5	0.31
(6,1)	5	0.31	(6,2)	6	0.38	(6,3)	6	0.38	(6,4)	5	0.31
(7,1)	6	0.38	(7,2)	6	0.38	(7,3)	6	0.38	(7,4)	6	0.38
(8,1)	5	0.31	(8,2)	5	0.31	(8,3)	6	0.38	(8,4)	5	0.31
(9,1)	3	0.19	(9,2)	4	0.25	(9,3)	4	0.25	(9,4)	3	0.19
(10,1)	5	0.31	(10,2)	6	0.38	(10,3)	6	0.38	(10,4)	5	0.31
(11,1)	6	0.38	(11,2)	6	0.38	(11,3)	6	0.38	(11,4)	6	0.38
(12,1)	5	0.31	(12,2)	5	0.31	(12,3)	5	0.31	(12,4)	5	0.31
(13,1)	6	0.38	(13,2)	6	0.38	(13,3)	6	0.38	(13,4)	6	0.38
(14,1)	6	0.38	(14,2)	6	0.38	(14,3)	6	0.38	(14,4)	6	0.38
(15,1)	6	0.38	(15,2)	6	0.38	(15,3)	6	0.38	(15,4)	6	0.38
(16,1)	4	0.25	(16,2)	4	0.25	(16,3)	5	0.31	(16,4)	4	0.25
$\phi_1$		0.33	$\phi_2$		0.34	$\phi_3$		0.35	$\phi_4$		0.33

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1972

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	5	0.31	(1,6)	5	0.31	(1,7)	5	0.31	(1,8)	5	0.31
(2,5)	6	0.38	(2,6)	6	0.38	(2,7)	6	0.38	(2,8)	5	0.31
(3,5)	6	0.38	(3,6)	6	0.38	(3,7)	6	0.38	(3,8)	5	0.31
(4,5)	5	0.31	(4,6)	5	0.31	(4,7)	5	0.31	(4,8)	4	0.25
(5,5)	5	0.31	(5,6)	5	0.31	(5,7)	5	0.31	(5,8)	5	0.31
(6,5)	5	0.31	(6,6)	6	0.38	(6,7)	6	0.38	(6,8)	5	0.31
(7,5)	6	0.38	(7,6)	6	0.38	(7,7)	6	0.38	(7,8)	6	0.38
(8,5)	5	0.31	(8,6)	5	0.31	(8,7)	5	0.31	(8,8)	5	0.31
(9,5)	4	0.25	(9,6)	4	0.25	(9,7)	4	0.25	(9,8)	3	0.19
(10,5)	5	0.31	(10,6)	5	0.31	(10,7)	5	0.31	(10,8)	5	0.31
(11,5)	6	0.38	(11,6)	6	0.38	(11,7)	6	0.38	(11,8)	5	0.31
(12,5)	5	0.31	(12,6)	5	0.31	(12,7)	5	0.31	(12,8)	5	0.31
(13,5)	6	0.38	(13,6)	6	0.38	(13,7)	6	0.38	(13,8)	6	0.38
(14,5)	6	0.38	(14,6)	6	0.38	(14,7)	6	0.38	(14,8)	6	0.38
(15,5)	6	0.38	(15,6)	6	0.38	(15,7)	6	0.38	(15,8)	5	0.31
(16,5)	4	0.25	(16,6)	4	0.25	(16,7)	4	0.25	(16,8)	4	0.25
$\phi_5$		0.33	$\phi_6$		0.34	$\phi_7$		0.34	$\phi_8$		0.31

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1972

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	5	0.31	(1,10)	5	0.31	(1,11)	5	0.31	(1,12)	5	0.31
(2,9)	5	0.31	(2,10)	6	0.38	(2,11)	6	0.38	(2,12)	6	0.38
(3,9)	5	0.31	(3,10)	6	0.38	(3,11)	6	0.38	(3,12)	5	0.31
(4,9)	5	0.31	(4,10)	5	0.31	(4,11)	5	0.31	(4,12)	5	0.31
(5,9)	5	0.31	(5,10)	5	0.31	(5,11)	5	0.31	(5,12)	5	0.31
(6,9)	5	0.31	(6,10)	6	0.38	(6,11)	5	0.31	(6,12)	5	0.31
(7,9)	6	0.38	(7,10)	6	0.38	(7,11)	6	0.38	(7,12)	6	0.38
(8,9)	5	0.31	(8,10)	5	0.31	(8,11)	5	0.31	(8,12)	5	0.31
(9,9)	4	0.25	(9,10)	4	0.25	(9,11)	4	0.25	(9,12)	4	0.25
(10,9)	5	0.31	(10,10)	5	0.31	(10,11)	5	0.31	(10,12)	5	0.31
(11,9)	5	0.31	(11,10)	6	0.38	(11,11)	5	0.31	(11,12)	5	0.31
(12,9)	5	0.31	(12,10)	5	0.31	(12,11)	5	0.31	(12,12)	5	0.31
(13,9)	6	0.38	(13,10)	6	0.38	(13,11)	6	0.38	(13,12)	6	0.38
(14,9)	6	0.38	(14,10)	6	0.38	(14,11)	6	0.38	(14,12)	6	0.38
(15,9)	5	0.31	(15,10)	6	0.38	(15,11)	6	0.38	(15,12)	6	0.38
(16,9)	4	0.25	(16,10)	4	0.25	(16,11)	4	0.25	(16,12)	4	0.25
ϕ)		0.32	ϕ)		0.34	ϕ)		0.33	ϕ)		0.32

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1972

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	5	0.31	(1,14)	5	0.31	(1,15)	5	0.31	(1,16)	5	0.31
(2,13)	5	0.31	(2,14)	5	0.31	(2,15)	5	0.31	(2,16)	5	0.31
(3,13)	5	0.31	(3,14)	5	0.31	(3,15)	5	0.31	(3,16)	5	0.31
(4,13)	4	0.25	(4,14)	4	0.25	(4,15)	5	0.31	(4,16)	4	0.25
(5,13)	5	0.31	(5,14)	5	0.31	(5,15)	5	0.31	(5,16)	5	0.31
(6,13)	5	0.31	(6,14)	5	0.31	(6,15)	5	0.31	(6,16)	5	0.31
(7,13)	6	0.38	(7,14)	6	0.38	(7,15)	6	0.38	(7,16)	6	0.38
(8,13)	5	0.31	(8,14)	5	0.31	(8,15)	5	0.31	(8,16)	5	0.31
(9,13)	3	0.19	(9,14)	3	0.19	(9,15)	3	0.19	(9,16)	3	0.19
(10,13)	5	0.31	(10,14)	5	0.31	(10,15)	5	0.31	(10,16)	5	0.31
(11,13)	5	0.31	(11,14)	5	0.31	(11,15)	5	0.31	(11,16)	5	0.31
(12,13)	5	0.31	(12,14)	5	0.31	(12,15)	5	0.31	(12,16)	5	0.31
(13,13)	5	0.31	(13,14)	6	0.38	(13,15)	6	0.38	(13,16)	6	0.38
(14,13)	6	0.38	(14,14)	6	0.38	(14,15)	6	0.38	(14,16)	6	0.38
(15,13)	5	0.31	(15,14)	5	0.31	(15,15)	5	0.31	(15,16)	5	0.31
(16,13)	4	0.25	(16,14)	4	0.25	(16,15)	4	0.25	(16,16)	4	0.25
ϕ)		0.30	ϕ)		0.31	ϕ)		0.31	ϕ)		0.31

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1977

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	6	0.38	(1,2)	6	0.38	(1,3)	6	0.38	(1,4)	5	0.31
(2,1)	7	0.44	(2,2)	7	0.44	(2,3)	7	0.44	(2,4)	6	0.38
(3,1)	7	0.44	(3,2)	6	0.38	(3,3)	7	0.44	(3,4)	6	0.38
(4,1)	5	0.31	(4,2)	5	0.31	(4,3)	5	0.31	(4,4)	4	0.25
(5,1)	6	0.38	(5,2)	6	0.38	(5,3)	6	0.38	(5,4)	5	0.31
(6,1)	7	0.44	(6,2)	7	0.44	(6,3)	7	0.44	(6,4)	6	0.38
(7,1)	8	0.50	(7,2)	8	0.50	(7,3)	8	0.50	(7,4)	7	0.44
(8,1)	6	0.38	(8,2)	6	0.38	(8,3)	6	0.38	(8,4)	5	0.31
(9,1)	7	0.44	(9,2)	7	0.44	(9,3)	7	0.44	(9,4)	6	0.38
(10,1)	6	0.38	(10,2)	6	0.38	(10,3)	6	0.38	(10,4)	6	0.38
(11,1)	7	0.44	(11,2)	7	0.44	(11,3)	7	0.44	(11,4)	6	0.38
(12,1)	6	0.38	(12,2)	7	0.44	(12,3)	7	0.44	(12,4)	6	0.38
(13,1)	7	0.44	(13,2)	7	0.44	(13,3)	7	0.44	(13,4)	6	0.38
(14,1)	7	0.44	(14,2)	7	0.44	(14,3)	7	0.44	(14,4)	7	0.44
(15,1)	8	0.50	(15,2)	8	0.50	(15,3)	8	0.50	(15,4)	7	0.44
(16,1)	6	0.38	(16,2)	6	0.38	(16,3)	6	0.38	(16,4)	5	0.31
$\bar{c}_1$		0.41	$\bar{c}_2$		0.41	$\bar{c}_3$		0.42	$\bar{c}_4$		0.36

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1977

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	6	0.38	(1,6)	5	0.31	(1,7)	5	0.31	(1,8)	5	0.31
(2,5)	7	0.44	(2,6)	7	0.44	(2,7)	6	0.38	(2,8)	7	0.44
(3,5)	6	0.38	(3,6)	6	0.38	(3,7)	6	0.38	(3,8)	6	0.38
(4,5)	5	0.31	(4,6)	5	0.31	(4,7)	4	0.25	(4,8)	5	0.31
(5,5)	6	0.38	(5,6)	6	0.38	(5,7)	6	0.38	(5,8)	6	0.38
(6,5)	7	0.44	(6,6)	7	0.44	(6,7)	7	0.44	(6,8)	7	0.44
(7,5)	8	0.50	(7,6)	8	0.50	(7,7)	8	0.50	(7,8)	8	0.50
(8,5)	6	0.38	(8,6)	6	0.38	(8,7)	5	0.31	(8,8)	6	0.38
(9,5)	7	0.44	(9,6)	7	0.44	(9,7)	6	0.38	(9,8)	7	0.44
(10,5)	6	0.38	(10,6)	6	0.38	(10,7)	6	0.38	(10,8)	6	0.38
(11,5)	7	0.44	(11,6)	7	0.44	(11,7)	7	0.44	(11,8)	7	0.44
(12,5)	7	0.44	(12,6)	6	0.38	(12,7)	6	0.38	(12,8)	7	0.44
(13,5)	7	0.44	(13,6)	7	0.44	(13,7)	6	0.38	(13,8)	7	0.44
(14,5)	7	0.44	(14,6)	7	0.44	(14,7)	7	0.44	(14,8)	7	0.44
(15,5)	8	0.50	(15,6)	8	0.50	(15,7)	7	0.44	(15,8)	8	0.50
(16,5)	6	0.38	(16,6)	6	0.38	(16,7)	5	0.31	(16,8)	6	0.38
$\bar{c}_5$		0.41	$\bar{c}_6$		0.41	$\bar{c}_7$		0.38	$\bar{c}_8$		0.41



Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1977

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	5	0.31	(1,10)	5	0.31	(1,11)	5	0.31	(1,12)	5	0.31
(2,9)	6	0.38	(2,10)	6	0.38	(2,11)	7	0.44	(2,12)	6	0.38
(3,9)	6	0.38	(3,10)	6	0.38	(3,11)	6	0.38	(3,12)	6	0.38
(4,9)	5	0.31	(4,10)	5	0.31	(4,11)	5	0.31	(4,12)	4	0.25
(5,9)	6	0.38	(5,10)	6	0.38	(5,11)	6	0.38	(5,12)	6	0.38
(6,9)	7	0.44	(6,10)	7	0.44	(6,11)	7	0.44	(6,12)	7	0.44
(7,9)	8	0.50	(7,10)	8	0.50	(7,11)	8	0.50	(7,12)	8	0.50
(8,9)	6	0.38	(8,10)	6	0.38	(8,11)	6	0.38	(8,12)	6	0.38
(9,9)	7	0.44	(9,10)	7	0.44	(9,11)	7	0.44	(9,12)	6	0.38
(10,9)	6	0.38	(10,10)	6	0.38	(10,11)	6	0.38	(10,12)	6	0.38
(11,9)	7	0.44	(11,10)	7	0.44	(11,11)	7	0.44	(11,12)	7	0.44
(12,9)	6	0.38	(12,10)	6	0.38	(12,11)	6	0.38	(12,12)	6	0.38
(13,9)	6	0.38	(13,10)	6	0.38	(13,11)	7	0.44	(13,12)	6	0.38
(14,9)	7	0.44	(14,10)	7	0.44	(14,11)	7	0.44	(14,12)	7	0.44
(15,9)	8	0.50	(15,10)	8	0.50	(15,11)	8	0.50	(15,12)	7	0.44
(16,9)	5	0.31	(16,10)	5	0.31	(16,11)	6	0.38	(16,12)	5	0.31
$\phi_9$		0.39	$\phi_{10}$		0.39	$\phi_{11}$		0.41	$\phi_{12}$		0.38

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1977

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	5	0.31	(1,14)	5	0.31	(1,15)	5	0.31	(1,16)	5	0.31
(2,13)	6	0.38	(2,14)	7	0.44	(2,15)	6	0.38	(2,16)	7	0.44
(3,13)	6	0.38	(3,14)	6	0.38	(3,15)	6	0.38	(3,16)	5	0.31
(4,13)	4	0.25	(4,14)	5	0.31	(4,15)	5	0.31	(4,16)	4	0.25
(5,13)	5	0.31	(5,14)	6	0.38	(5,15)	6	0.38	(5,16)	5	0.31
(6,13)	6	0.38	(6,14)	7	0.44	(6,15)	7	0.44	(6,16)	7	0.44
(7,13)	7	0.44	(7,14)	8	0.50	(7,15)	8	0.50	(7,16)	8	0.50
(8,13)	5	0.31	(8,14)	6	0.38	(8,15)	6	0.38	(8,16)	5	0.31
(9,13)	6	0.38	(9,14)	7	0.44	(9,15)	6	0.38	(9,16)	7	0.44
(10,13)	6	0.38	(10,14)	6	0.38	(10,15)	6	0.38	(10,16)	5	0.31
(11,13)	6	0.38	(11,14)	7	0.44	(11,15)	7	0.44	(11,16)	7	0.44
(12,13)	6	0.38	(12,14)	6	0.38	(12,15)	6	0.38	(12,16)	7	0.44
(13,13)	6	0.38	(13,14)	7	0.44	(13,15)	6	0.38	(13,16)	7	0.44
(14,13)	7	0.44	(14,14)	7	0.44	(14,15)	7	0.44	(14,16)	7	0.44
(15,13)	7	0.44	(15,14)	8	0.50	(15,15)	7	0.44	(15,16)	8	0.50
(16,13)	5	0.31	(16,14)	6	0.38	(16,15)	5	0.31	(16,16)	5	0.31
$\phi_{13}$		0.36	$\phi_{14}$		0.41	$\phi_{15}$		0.39	$\phi_{16}$		0.39

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1982

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	5	0.31	(1,2)	5	0.31	(1,3)	5	0.31	(1,4)	4	0.25
(2,1)	6	0.38	(2,2)	6	0.38	(2,3)	6	0.38	(2,4)	5	0.31
(3,1)	5	0.31	(3,2)	5	0.31	(3,3)	6	0.38	(3,4)	5	0.31
(4,1)	3	0.19	(4,2)	4	0.25	(4,3)	4	0.25	(4,4)	3	0.19
(5,1)	5	0.31	(5,2)	5	0.31	(5,3)	5	0.31	(5,4)	4	0.25
(6,1)	5	0.31	(6,2)	6	0.38	(6,3)	6	0.38	(6,4)	5	0.31
(7,1)	7	0.44	(7,2)	7	0.44	(7,3)	8	0.50	(7,4)	6	0.38
(8,1)	5	0.31	(8,2)	5	0.31	(8,3)	6	0.38	(8,4)	4	0.25
(9,1)	6	0.38	(9,2)	6	0.38	(9,3)	6	0.38	(9,4)	5	0.31
(10,1)	5	0.31	(10,2)	5	0.31	(10,3)	6	0.38	(10,4)	4	0.25
(11,1)	6	0.38	(11,2)	6	0.38	(11,3)	7	0.44	(11,4)	6	0.38
(12,1)	6	0.38	(12,2)	6	0.38	(12,3)	6	0.38	(12,4)	5	0.31
(13,1)	6	0.38	(13,2)	6	0.38	(13,3)	7	0.44	(13,4)	5	0.31
(14,1)	6	0.38	(14,2)	7	0.44	(14,3)	7	0.44	(14,4)	6	0.38
(15,1)	7	0.44	(15,2)	7	0.44	(15,3)	7	0.44	(15,4)	6	0.38
(16,1)	4	0.25	(16,2)	5	0.31	(16,3)	5	0.31	(16,4)	4	0.25
$\bar{\phi}$		0.34	$\bar{\phi}$		0.36	$\bar{\phi}$		0.38	$\bar{\phi}$		0.30

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1982

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	4	0.25	(1,6)	4	0.25	(1,7)	0	0.00	(1,8)	5	0.31
(2,5)	6	0.38	(2,6)	5	0.31	(2,7)	4	0.25	(2,8)	6	0.38
(3,5)	5	0.31	(3,6)	5	0.31	(3,7)	3	0.19	(3,8)	5	0.31
(4,5)	4	0.25	(4,6)	3	0.19	(4,7)	0	0.00	(4,8)	4	0.25
(5,5)	5	0.31	(5,6)	4	0.25	(5,7)	3	0.19	(5,8)	5	0.31
(6,5)	5	0.31	(6,6)	5	0.31	(6,7)	4	0.25	(6,8)	5	0.31
(7,5)	7	0.44	(7,6)	8	0.50	(7,7)	6	0.38	(7,8)	7	0.44
(8,5)	5	0.31	(8,6)	4	0.25	(8,7)	4	0.25	(8,8)	5	0.31
(9,5)	6	0.38	(9,6)	5	0.31	(9,7)	4	0.25	(9,8)	6	0.38
(10,5)	5	0.31	(10,6)	4	0.25	(10,7)	4	0.25	(10,8)	5	0.31
(11,5)	6	0.38	(11,6)	6	0.38	(11,7)	5	0.31	(11,8)	6	0.38
(12,5)	6	0.38	(12,6)	5	0.31	(12,7)	5	0.31	(12,8)	6	0.38
(13,5)	6	0.38	(13,6)	5	0.31	(13,7)	5	0.31	(13,8)	6	0.38
(14,5)	7	0.44	(14,6)	6	0.38	(14,7)	5	0.31	(14,8)	7	0.44
(15,5)	7	0.44	(15,6)	6	0.38	(15,7)	5	0.31	(15,8)	7	0.44
(16,5)	5	0.31	(16,6)	4	0.25	(16,7)	3	0.19	(16,8)	5	0.31
$\bar{\phi}$		0.35	$\bar{\phi}$		0.31	$\bar{\phi}$		0.23	$\bar{\phi}$		0.35

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1982

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	4	0.25	(1,10)	5	0.31	(1,11)	4	0.25	(1,12)	3	0.19
(2,9)	6	0.38	(2,10)	6	0.38	(2,11)	6	0.38	(2,12)	5	0.31
(3,9)	5	0.31	(3,10)	5	0.31	(3,11)	5	0.31	(3,12)	4	0.25
(4,9)	3	0.19	(4,10)	4	0.25	(4,11)	3	0.19	(4,12)	3	0.19
(5,9)	5	0.31	(5,10)	5	0.31	(5,11)	5	0.31	(5,12)	4	0.25
(6,9)	5	0.31	(6,10)	6	0.38	(6,11)	5	0.31	(6,12)	5	0.31
(7,9)	7	0.44	(7,10)	7	0.44	(7,11)	7	0.44	(7,12)	6	0.38
(8,9)	5	0.31	(8,10)	5	0.31	(8,11)	5	0.31	(8,12)	4	0.25
(9,9)	6	0.38	(9,10)	6	0.38	(9,11)	6	0.38	(9,12)	5	0.31
(10,9)	5	0.31	(10,10)	5	0.31	(10,11)	5	0.31	(10,12)	4	0.25
(11,9)	6	0.38	(11,10)	6	0.38	(11,11)	6	0.38	(11,12)	5	0.31
(12,9)	6	0.38	(12,10)	6	0.38	(12,11)	6	0.38	(12,12)	5	0.31
(13,9)	6	0.38	(13,10)	6	0.38	(13,11)	6	0.38	(13,12)	5	0.31
(14,9)	6	0.38	(14,10)	7	0.44	(14,11)	6	0.38	(14,12)	6	0.38
(15,9)	7	0.44	(15,10)	7	0.44	(15,11)	7	0.44	(15,12)	6	0.38
(16,9)	4	0.25	(16,10)	5	0.31	(16,11)	5	0.31	(16,12)	4	0.25
∅		0.34	∅		0.36	∅		0.34	∅		0.29

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones interna de Puerto Rico de 1982

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	4	0.25	(1,14)	4	0.25	(1,15)	4	0.25	(1,16)	4	0.25
(2,13)	6	0.38	(2,14)	6	0.38	(2,15)	5	0.31	(2,16)	6	0.38
(3,13)	5	0.31	(3,14)	5	0.31	(3,15)	5	0.31	(3,16)	5	0.31
(4,13)	3	0.19	(4,14)	4	0.25	(4,15)	3	0.19	(4,16)	3	0.19
(5,13)	5	0.31	(5,14)	5	0.31	(5,15)	5	0.31	(5,16)	5	0.31
(6,13)	5	0.31	(6,14)	5	0.31	(6,15)	5	0.31	(6,16)	5	0.31
(7,13)	7	0.44	(7,14)	7	0.44	(7,15)	7	0.44	(7,16)	7	0.44
(8,13)	5	0.31	(8,14)	5	0.31	(8,15)	5	0.31	(8,16)	5	0.31
(9,13)	6	0.38	(9,14)	6	0.38	(9,15)	6	0.38	(9,16)	6	0.38
(10,13)	5	0.31	(10,14)	5	0.31	(10,15)	5	0.31	(10,16)	5	0.31
(11,13)	6	0.38	(11,14)	6	0.38	(11,15)	6	0.38	(11,16)	6	0.38
(12,13)	6	0.38	(12,14)	6	0.38	(12,15)	6	0.38	(12,16)	6	0.38
(13,13)	6	0.38	(13,14)	6	0.38	(13,15)	6	0.38	(13,16)	6	0.38
(14,13)	6	0.38	(14,14)	7	0.44	(14,15)	6	0.38	(14,16)	6	0.38
(15,13)	7	0.44	(15,14)	7	0.44	(15,15)	6	0.38	(15,16)	7	0.44
(16,13)	5	0.31	(16,14)	5	0.31	(16,15)	4	0.25	(16,16)	4	0.25
∅		0.34	∅		0.35	∅		0.33	∅		0.34

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1987

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	4	0.25	(1,2)	3	0.19	(1,3)	4	0.25	(1,4)	3	0.19
(2,1)	4	0.25	(2,2)	5	0.31	(2,3)	5	0.31	(2,4)	4	0.25
(3,1)	5	0.31	(3,2)	4	0.25	(3,3)	5	0.31	(3,4)	4	0.25
(4,1)	2	0.13	(4,2)	2	0.13	(4,3)	2	0.13	(4,4)	2	0.13
(5,1)	4	0.25	(5,2)	4	0.25	(5,3)	4	0.25	(5,4)	3	0.19
(6,1)	4	0.25	(6,2)	4	0.25	(6,3)	4	0.25	(6,4)	3	0.19
(7,1)	5	0.31	(7,2)	5	0.31	(7,3)	5	0.31	(7,4)	5	0.31
(8,1)	4	0.25	(8,2)	4	0.25	(8,3)	4	0.25	(8,4)	3	0.19
(9,1)	4	0.25	(9,2)	4	0.25	(9,3)	4	0.25	(9,4)	3	0.19
(10,1)	3	0.19	(10,2)	4	0.25	(10,3)	4	0.25	(10,4)	3	0.19
(11,1)	5	0.31	(11,2)	5	0.31	(11,3)	5	0.31	(11,4)	4	0.25
(12,1)	4	0.25	(12,2)	5	0.31	(12,3)	5	0.31	(12,4)	4	0.25
(13,1)	4	0.25	(13,2)	5	0.31	(13,3)	5	0.31	(13,4)	4	0.25
(14,1)	5	0.31	(14,2)	6	0.38	(14,3)	6	0.38	(14,4)	5	0.31
(15,1)	5	0.31	(15,2)	6	0.38	(15,3)	6	0.38	(15,4)	5	0.31
(16,1)	4	0.25	(16,2)	4	0.25	(16,3)	4	0.25	(16,4)	3	0.19
$\phi_1$		0.26	$\phi_2$		0.27	$\phi_3$		0.28	$\phi_4$		0.23

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1987

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,5)	2	0.13	(1,6)	3	0.19	(1,7)	2	0.13	(1,8)	2	0.13
(2,5)	4	0.25	(2,6)	4	0.25	(2,7)	4	0.25	(2,8)	4	0.25
(3,5)	4	0.25	(3,6)	4	0.25	(3,7)	4	0.25	(3,8)	3	0.19
(4,5)	2	0.13	(4,6)	2	0.13	(4,7)	1	0.06	(4,8)	1	0.06
(5,5)	4	0.25	(5,6)	4	0.25	(5,7)	4	0.25	(5,8)	3	0.19
(6,5)	3	0.19	(6,6)	3	0.19	(6,7)	3	0.19	(6,8)	3	0.19
(7,5)	5	0.31	(7,6)	5	0.31	(7,7)	5	0.31	(7,8)	4	0.25
(8,5)	3	0.19	(8,6)	3	0.19	(8,7)	4	0.25	(8,8)	3	0.19
(9,5)	3	0.19	(9,6)	3	0.19	(9,7)	4	0.25	(9,8)	3	0.19
(10,5)	3	0.19	(10,6)	3	0.19	(10,7)	3	0.19	(10,8)	3	0.19
(11,5)	4	0.25	(11,6)	4	0.25	(11,7)	5	0.31	(11,8)	4	0.25
(12,5)	4	0.25	(12,6)	4	0.25	(12,7)	4	0.25	(12,8)	4	0.25
(13,5)	4	0.25	(13,6)	5	0.31	(13,7)	5	0.31	(13,8)	4	0.25
(14,5)	5	0.31	(14,6)	5	0.31	(14,7)	5	0.31	(14,8)	5	0.31
(15,5)	5	0.31	(15,6)	5	0.31	(15,7)	5	0.31	(15,8)	5	0.31
(16,5)	5	0.31	(16,6)	4	0.25	(16,7)	4	0.25	(16,8)	3	0.19
$\phi_5$		0.23	$\phi_6$		0.24	$\phi_7$		0.24	$\phi_8$		0.21

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1987

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,9)	3	0.19	(1,10)	3	0.19	(1,11)	3	0.19	(1,12)	3	0.19
(2,9)	4	0.25	(2,10)	4	0.25	(2,11)	5	0.31	(2,12)	5	0.31
(3,9)	4	0.25	(3,10)	4	0.25	(3,11)	4	0.25	(3,12)	4	0.25
(4,9)	2	0.13	(4,10)	2	0.13	(4,11)	2	0.13	(4,12)	2	0.13
(5,9)	3	0.19	(5,10)	3	0.19	(5,11)	4	0.25	(5,12)	4	0.25
(6,9)	3	0.19	(6,10)	3	0.19	(6,11)	4	0.25	(6,12)	4	0.25
(7,9)	5	0.31	(7,10)	5	0.31	(7,11)	5	0.31	(7,12)	5	0.31
(8,9)	3	0.19	(8,10)	3	0.19	(8,11)	4	0.25	(8,12)	4	0.25
(9,9)	3	0.19	(9,10)	3	0.19	(9,11)	4	0.25	(9,12)	4	0.25
(10,9)	3	0.19	(10,10)	3	0.19	(10,11)	3	0.19	(10,12)	3	0.19
(11,9)	4	0.25	(11,10)	4	0.25	(11,11)	5	0.31	(11,12)	5	0.31
(12,9)	4	0.25	(12,10)	4	0.25	(12,11)	4	0.25	(12,12)	4	0.25
(13,9)	4	0.25	(13,10)	4	0.25	(13,11)	5	0.31	(13,12)	5	0.31
(14,9)	5	0.31	(14,10)	5	0.31	(14,11)	5	0.31	(14,12)	5	0.31
(15,9)	5	0.31	(15,10)	5	0.31	(15,11)	5	0.31	(15,12)	5	0.31
(16,9)	3	0.19	(16,10)	3	0.19	(16,11)	4	0.25	(16,12)	4	0.25
$\phi$		0.23	$\phi$		0.23	$\phi$		0.26	$\phi$		0.26

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de transacciones internas de Puerto Rico de 1987

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,13)	3	0.19	(1,14)	4	0.25	(1,15)	3	0.19	(1,16)	3	0.19
(2,13)	5	0.31	(2,14)	5	0.31	(2,15)	4	0.25	(2,16)	5	0.31
(3,13)	4	0.25	(3,14)	5	0.31	(3,15)	4	0.25	(3,16)	4	0.25
(4,13)	2	0.13	(4,14)	2	0.13	(4,15)	2	0.13	(4,16)	2	0.13
(5,13)	4	0.25	(5,14)	4	0.25	(5,15)	4	0.25	(5,16)	4	0.25
(6,13)	4	0.25	(6,14)	4	0.25	(6,15)	4	0.25	(6,16)	4	0.25
(7,13)	5	0.31	(7,14)	6	0.38	(7,15)	5	0.31	(7,16)	5	0.31
(8,13)	4	0.25	(8,14)	4	0.25	(8,15)	3	0.19	(8,16)	4	0.25
(9,13)	4	0.25	(9,14)	4	0.25	(9,15)	3	0.19	(9,16)	4	0.25
(10,13)	3	0.19	(10,14)	4	0.25	(10,15)	3	0.19	(10,16)	3	0.19
(11,13)	5	0.31	(11,14)	5	0.31	(11,15)	5	0.31	(11,16)	5	0.31
(12,13)	5	0.31	(12,14)	5	0.31	(12,15)	4	0.25	(12,16)	5	0.31
(13,13)	5	0.31	(13,14)	5	0.31	(13,15)	5	0.31	(13,16)	5	0.31
(14,13)	6	0.38	(14,14)	6	0.38	(14,15)	5	0.31	(14,16)	5	0.31
(15,13)	6	0.38	(15,14)	6	0.38	(15,15)	5	0.31	(15,16)	5	0.31
(16,13)	4	0.25	(16,14)	4	0.25	(16,15)	4	0.25	(16,16)	4	0.25
$\phi$		0.27	$\phi$		0.29	$\phi$		0.25	$\phi$		0.26

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1972

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	3	0.19	(2,1)	4	0.25	(3,1)	2	0.13	(4,1)	3	0.19
(1,2)	4	0.25	(2,2)	8	0.50	(3,2)	1	0.06	(4,2)	6	0.38
(1,3)	3	0.19	(2,3)	4	0.25	(3,3)	2	0.13	(4,3)	3	0.19
(1,4)	2	0.13	(2,4)	4	0.25	(3,4)	1	0.06	(4,4)	3	0.19
(1,5)	4	0.25	(2,5)	7	0.44	(3,5)	2	0.13	(4,5)	5	0.31
(1,6)	2	0.13	(2,6)	5	0.31	(3,6)	2	0.13	(4,6)	3	0.19
(1,7)	0	0.00	(2,7)	4	0.25	(3,7)	1	0.06	(4,7)	2	0.13
(1,8)	5	0.31	(2,8)	11	0.69	(3,8)	4	0.25	(4,8)	9	0.56
(1,9)	4	0.25	(2,9)	10	0.63	(3,9)	3	0.19	(4,9)	8	0.50
(1,10)	2	0.13	(2,10)	7	0.44	(3,10)	1	0.06	(4,10)	5	0.31
(1,11)	2	0.13	(2,11)	6	0.38	(3,11)	1	0.06	(4,11)	4	0.25
(1,12)	0	0.00	(2,12)	2	0.13	(3,12)	0	0.00	(4,12)	0	0.00
(1,13)	3	0.19	(2,13)	2	0.13	(3,13)	2	0.13	(4,13)	2	0.13
(1,14)	2	0.13	(2,14)	4	0.25	(3,14)	1	0.06	(4,14)	2	0.13
(1,15)	2	0.13	(2,15)	7	0.44	(3,15)	1	0.06	(4,15)	4	0.25
(1,16)	0	0.00	(2,16)	0	0.00	(3,16)	0	0.00	(4,16)	0	0.00
$\phi_1$		0.15	$\phi_2$		0.33	$\phi_3$		0.09	$\phi_4$		0.23

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1972

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(5,1)	7	0.44	(6,1)	3	0.19	(7,1)	2	0.13	(8,1)	10	0.63
(5,2)	12	0.75	(6,2)	6	0.38	(7,2)	6	0.38	(8,2)	14	0.88
(5,3)	8	0.50	(6,3)	3	0.19	(7,3)	3	0.19	(8,3)	11	0.69
(5,4)	8	0.50	(6,4)	3	0.19	(7,4)	2	0.13	(8,4)	11	0.69
(5,5)	11	0.69	(6,5)	6	0.38	(7,5)	5	0.31	(8,5)	14	0.88
(5,6)	9	0.56	(6,6)	3	0.19	(7,6)	3	0.19	(8,6)	12	0.75
(5,7)	8	0.50	(6,7)	2	0.13	(7,7)	2	0.13	(8,7)	11	0.69
(5,8)	15	0.94	(6,8)	9	0.56	(7,8)	8	0.50	(8,8)	18	1.13
(5,9)	14	0.88	(6,9)	8	0.50	(7,9)	7	0.44	(8,9)	17	1.06
(5,10)	11	0.69	(6,10)	6	0.38	(7,10)	4	0.25	(8,10)	14	0.88
(5,11)	10	0.63	(6,11)	4	0.25	(7,11)	3	0.19	(8,11)	13	0.81
(5,12)	6	0.38	(6,12)	1	0.06	(7,12)	2	0.13	(8,12)	8	0.50
(5,13)	6	0.38	(6,13)	2	0.13	(7,13)	2	0.13	(8,13)	9	0.56
(5,14)	8	0.50	(6,14)	2	0.13	(7,14)	2	0.13	(8,14)	11	0.69
(5,15)	10	0.63	(6,15)	4	0.25	(7,15)	4	0.25	(8,15)	13	0.81
(5,16)	0	0.00	(6,16)	0	0.00	(7,16)	0	0.00	(8,16)	0	0.00
$\phi_5$		0.56	$\phi_6$		0.24	$\phi_7$		0.21	$\phi_8$		0.73

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1972

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(9,1)	6	0.38	(10,1)	3	0.19	(11,1)	3	0.19	(12,1)	1	0.06
(9,2)	11	0.69	(10,2)	8	0.50	(11,2)	8	0.50	(12,2)	4	0.25
(9,3)	7	0.44	(10,3)	4	0.25	(11,3)	4	0.25	(12,3)	2	0.13
(9,4)	7	0.44	(10,4)	4	0.25	(11,4)	4	0.25	(12,4)	1	0.06
(9,5)	10	0.63	(10,5)	7	0.44	(11,5)	7	0.44	(12,5)	3	0.19
(9,6)	8	0.50	(10,6)	5	0.31	(11,6)	5	0.31	(12,6)	2	0.13
(9,7)	7	0.44	(10,7)	4	0.25	(11,7)	3	0.19	(12,7)	1	0.06
(9,8)	14	0.88	(10,8)	11	0.69	(11,8)	10	0.63	(12,8)	6	0.38
(9,9)	13	0.81	(10,9)	10	0.63	(11,9)	10	0.63	(12,9)	6	0.38
(9,10)	10	0.63	(10,10)	6	0.38	(11,10)	6	0.38	(12,10)	2	0.13
(9,11)	9	0.56	(10,11)	5	0.31	(11,11)	5	0.31	(12,11)	2	0.13
(9,12)	4	0.25	(10,12)	2	0.13	(11,12)	2	0.13	(12,12)	2	0.13
(9,13)	5	0.31	(10,13)	3	0.19	(11,13)	3	0.19	(12,13)	1	0.06
(9,14)	6	0.38	(10,14)	4	0.25	(11,14)	3	0.19	(12,14)	1	0.06
(9,15)	9	0.56	(10,15)	6	0.38	(11,15)	6	0.38	(12,15)	2	0.13
(9,16)	0	0.00	(10,16)	0	0.00	(11,16)	0	0.00	(12,16)	0	0.00
ϕ	0.49		ϕ	0.32		ϕ	0.31		ϕ	0.14	

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1972

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(13,1)	2	0.13	(14,1)	1	0.06	(15,1)	2	0.13	(16,1)	0	0.00
(13,2)	5	0.31	(14,2)	0	0.00	(15,2)	6	0.38	(16,2)	0	0.00
(13,3)	2	0.13	(14,3)	0	0.00	(15,3)	3	0.19	(16,3)	0	0.00
(13,4)	2	0.13	(14,4)	0	0.00	(15,4)	3	0.19	(16,4)	0	0.00
(13,5)	4	0.25	(14,5)	0	0.00	(15,5)	5	0.31	(16,5)	0	0.00
(13,6)	2	0.13	(14,6)	0	0.00	(15,6)	3	0.19	(16,6)	0	0.00
(13,7)	2	0.13	(14,7)	0	0.00	(15,7)	2	0.13	(16,7)	0	0.00
(13,8)	8	0.50	(14,8)	0	0.00	(15,8)	9	0.56	(16,8)	0	0.00
(13,9)	7	0.44	(14,9)	0	0.00	(15,9)	8	0.50	(16,9)	0	0.00
(13,10)	3	0.19	(14,10)	0	0.00	(15,10)	4	0.25	(16,10)	0	0.00
(13,11)	3	0.19	(14,11)	1	0.06	(15,11)	4	0.25	(16,11)	0	0.00
(13,12)	1	0.06	(14,12)	0	0.00	(15,12)	2	0.13	(16,12)	0	0.00
(13,13)	2	0.13	(14,13)	1	0.06	(15,13)	3	0.19	(16,13)	0	0.00
(13,14)	2	0.13	(14,14)	1	0.06	(15,14)	3	0.19	(16,14)	0	0.00
(13,15)	3	0.19	(14,15)	1	0.06	(15,15)	4	0.25	(16,15)	0	0.00
(13,16)	0	0.00	(14,16)	0	0.00	(15,16)	0	0.00	(16,16)	0	0.00
ϕ	0.19		ϕ	0.02		ϕ	0.24		ϕ	0.00	

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1977

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	2	0.13	(2,1)	21	1.31	(3,1)	1	0.06	(4,1)	2	0.13
(1,2)	4	0.25	(2,2)	43	2.69	(3,2)	1	0.06	(4,2)	14	0.88
(1,3)	3	0.19	(2,3)	21	1.31	(3,3)	2	0.13	(4,3)	3	0.19
(1,4)	2	0.13	(2,4)	18	1.13	(3,4)	1	0.06	(4,4)	3	0.19
(1,5)	5	0.31	(2,5)	33	2.06	(3,5)	1	0.06	(4,5)	6	0.38
(1,6)	3	0.19	(2,6)	32	2.00	(3,6)	2	0.13	(4,6)	5	0.31
(1,7)	5	0.31	(2,7)	40	2.50	(3,7)	1	0.06	(4,7)	12	0.75
(1,8)	0	0.00	(2,8)	51	3.19	(3,8)	3	0.19	(4,8)	26	1.63
(1,9)	1	0.06	(2,9)	50	3.13	(3,9)	1	0.06	(4,9)	22	1.38
(1,10)	2	0.13	(2,10)	36	2.25	(3,10)	1	0.06	(4,10)	7	0.44
(1,11)	2	0.13	(2,11)	32	2.00	(3,11)	2	0.13	(4,11)	4	0.25
(1,12)	3	0.19	(2,12)	30	1.88	(3,12)	0	0.00	(4,12)	5	0.31
(1,13)	3	0.19	(2,13)	21	1.31	(3,13)	2	0.13	(4,13)	3	0.19
(1,14)	1	0.06	(2,14)	13	0.81	(3,14)	1	0.06	(4,14)	2	0.13
(1,15)	2	0.13	(2,15)	32	2.00	(3,15)	1	0.06	(4,15)	4	0.25
(1,16)	0	0.00	(2,16)	0	0.00	(3,16)	0	0.00	(4,16)	0	0.00
$\phi_1$		0.15	$\phi$		1.85	$\phi$		0.08	$\phi$		0.46

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1977

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(5,1)	18	1.13	(6,1)	3	0.19	(7,1)	4	0.25	(8,1)	44	2.75
(5,2)	41	2.56	(6,2)	22	1.38	(7,2)	26	1.63	(8,2)	53	3.31
(5,3)	18	1.13	(6,3)	3	0.19	(7,3)	4	0.25	(8,3)	44	2.75
(5,4)	14	0.88	(6,4)	3	0.19	(7,4)	3	0.19	(8,4)	41	2.56
(5,5)	31	1.94	(6,5)	12	0.75	(7,5)	16	1.00	(8,5)	50	3.13
(5,6)	30	1.88	(6,6)	11	0.69	(7,6)	15	0.94	(8,6)	50	3.13
(5,7)	38	2.38	(6,7)	19	1.19	(7,7)	23	1.44	(8,7)	52	3.25
(5,8)	50	3.13	(6,8)	33	2.06	(7,8)	38	2.38	(8,8)	67	4.19
(5,9)	48	3.00	(6,9)	29	1.81	(7,9)	33	2.06	(8,9)	60	3.75
(5,10)	34	2.13	(6,10)	15	0.94	(7,10)	19	1.19	(8,10)	51	3.19
(5,11)	29	1.81	(6,11)	11	0.69	(7,11)	15	0.94	(8,11)	50	3.13
(5,12)	27	1.69	(6,12)	9	0.56	(7,12)	12	0.75	(8,12)	50	3.13
(5,13)	18	1.13	(6,13)	3	0.19	(7,13)	6	0.38	(8,13)	44	2.75
(5,14)	11	0.69	(6,14)	2	0.13	(7,14)	3	0.19	(8,14)	38	2.38
(5,15)	29	1.81	(6,15)	11	0.69	(7,15)	14	0.88	(8,15)	50	3.13
(5,16)	0	0.00	(6,16)	0	0.00	(7,16)	0	0.00	(8,16)	0	0.00
$\phi_1$		1.70	$\phi$		0.73	$\phi$		0.90	$\phi$		2.91



Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1977

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(9,1)	13	0.81	(10,1)	5	0.31	(11,1)	3	0.19	(12,1)	4	0.25
(9,2)	35	2.19	(10,2)	26	1.63	(11,2)	17	1.06	(12,2)	26	1.63
(9,3)	13	0.81	(10,3)	5	0.31	(11,3)	3	0.19	(12,3)	4	0.25
(9,4)	9	0.56	(10,4)	3	0.19	(11,4)	3	0.19	(12,4)	4	0.25
(9,5)	24	1.50	(10,5)	16	1.00	(11,5)	7	0.44	(12,5)	16	1.00
(9,6)	25	1.56	(10,6)	15	0.94	(11,6)	6	0.38	(12,6)	15	0.94
(9,7)	33	2.06	(10,7)	23	1.44	(11,7)	14	0.88	(12,7)	24	1.50
(9,8)	47	2.94	(10,8)	38	2.38	(11,8)	29	1.81	(12,8)	38	2.38
(9,9)	43	2.69	(10,9)	34	2.13	(11,9)	25	1.56	(12,9)	34	2.13
(9,10)	28	1.75	(10,10)	19	1.19	(11,10)	10	0.63	(12,10)	19	1.19
(9,11)	24	1.50	(10,11)	15	0.94	(11,11)	6	0.38	(12,11)	15	0.94
(9,12)	22	1.38	(10,12)	13	0.81	(11,12)	5	0.31	(12,12)	13	0.81
(9,13)	13	0.81	(10,13)	5	0.31	(11,13)	3	0.19	(12,13)	4	0.25
(9,14)	5	0.31	(10,14)	3	0.19	(11,14)	2	0.13	(12,14)	2	0.13
(9,15)	24	1.50	(10,15)	15	0.94	(11,15)	5	0.31	(12,15)	15	0.94
(9,16)	0	0.00	(10,16)	0	0.00	(11,16)	0	0.00	(12,16)	0	0.00
$\phi_i$		1.40	$\phi_i$		0.92	$\phi_i$		0.54	$\phi_i$		0.91

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1977

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(13,1)	3	0.19	(14,1)	1	0.06	(15,1)	4	0.25	(16,1)	0	0.00
(13,2)	24	1.50	(14,2)	1	0.06	(15,2)	26	1.63	(16,2)	0	0.00
(13,3)	3	0.19	(14,3)	1	0.06	(15,3)	4	0.25	(16,3)	0	0.00
(13,4)	2	0.13	(14,4)	0	0.00	(15,4)	4	0.25	(16,4)	0	0.00
(13,5)	14	0.88	(14,5)	1	0.06	(15,5)	16	1.00	(16,5)	0	0.00
(13,6)	13	0.81	(14,6)	0	0.00	(15,6)	15	0.94	(16,6)	0	0.00
(13,7)	21	1.31	(14,7)	0	0.00	(15,7)	23	1.44	(16,7)	0	0.00
(13,8)	36	2.25	(14,8)	6	0.38	(15,8)	37	2.31	(16,8)	0	0.00
(13,9)	31	1.94	(14,9)	2	0.13	(15,9)	33	2.06	(16,9)	0	0.00
(13,10)	17	1.06	(14,10)	0	0.00	(15,10)	19	1.19	(16,10)	0	0.00
(13,11)	13	0.81	(14,11)	1	0.06	(15,11)	15	0.94	(16,11)	0	0.00
(13,12)	11	0.69	(14,12)	0	0.00	(15,12)	13	0.81	(16,12)	0	0.00
(13,13)	4	0.25	(14,13)	1	0.06	(15,13)	4	0.25	(16,13)	0	0.00
(13,14)	2	0.13	(14,14)	1	0.06	(15,14)	3	0.19	(16,14)	0	0.00
(13,15)	12	0.75	(14,15)	1	0.06	(15,15)	15	0.94	(16,15)	0	0.00
(13,16)	0	0.00	(14,16)	0	0.00	(15,16)	0	0.00	(16,16)	0	0.00
$\phi_i$		0.80	$\phi_i$		0.06	$\phi_i$		0.90	$\phi_i$		0.00

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1982

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	2	0.13	(2,1)	9	0.56	(3,1)	1	0.06	(4,1)	2	0.13
(1,2)	2	0.13	(2,2)	26	1.63	(3,2)	1	0.06	(4,2)	7	0.44
(1,3)	3	0.19	(2,3)	9	0.56	(3,3)	2	0.13	(4,3)	2	0.13
(1,4)	1	0.06	(2,4)	4	0.25	(3,4)	1	0.06	(4,4)	3	0.19
(1,5)	3	0.19	(2,5)	17	1.06	(3,5)	1	0.06	(4,5)	4	0.25
(1,6)	2	0.13	(2,6)	15	0.94	(3,6)	1	0.06	(4,6)	3	0.19
(1,7)	2	0.13	(2,7)	23	1.44	(3,7)	0	0.00	(4,7)	5	0.31
(1,8)	0	0.00	(2,8)	32	2.00	(3,8)	4	0.25	(4,8)	13	0.81
(1,9)	1	0.06	(2,9)	28	1.75	(3,9)	1	0.06	(4,9)	10	0.63
(1,10)	1	0.06	(2,10)	20	1.25	(3,10)	1	0.06	(4,10)	3	0.19
(1,11)	0	0.00	(2,11)	19	1.19	(3,11)	2	0.13	(4,11)	3	0.19
(1,12)	0	0.00	(2,12)	17	1.06	(3,12)	0	0.00	(4,12)	3	0.19
(1,13)	2	0.13	(2,13)	11	0.69	(3,13)	2	0.13	(4,13)	3	0.19
(1,14)	1	0.06	(2,14)	6	0.38	(3,14)	1	0.06	(4,14)	2	0.13
(1,15)	2	0.13	(2,15)	17	1.06	(3,15)	1	0.06	(4,15)	3	0.19
(1,16)	0	0.00	(2,16)	0	0.00	(3,16)	0	0.00	(4,16)	0	0.00
$\phi_1$		0.09	$\phi_2$		0.99	$\phi_3$		0.07	$\phi_4$		0.26

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1982

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(5,1)	9	0.56	(6,1)	2	0.13	(7,1)	3	0.19	(8,1)	28	1.75
(5,2)	25	1.56	(6,2)	15	0.94	(7,2)	15	0.94	(8,2)	39	2.44
(5,3)	8	0.50	(6,3)	2	0.13	(7,3)	3	0.19	(8,3)	28	1.75
(5,4)	5	0.31	(6,4)	2	0.13	(7,4)	2	0.13	(8,4)	23	1.44
(5,5)	16	1.00	(6,5)	6	0.38	(7,5)	7	0.44	(8,5)	36	2.25
(5,6)	14	0.88	(6,6)	4	0.25	(7,6)	5	0.31	(8,6)	34	2.13
(5,7)	22	1.38	(6,7)	12	0.75	(7,7)	12	0.75	(8,7)	37	2.31
(5,8)	31	1.94	(6,8)	21	1.31	(7,8)	21	1.31	(8,8)	44	2.75
(5,9)	28	1.75	(6,9)	17	1.06	(7,9)	18	1.13	(8,9)	40	2.50
(5,10)	19	1.19	(6,10)	9	0.56	(7,10)	9	0.56	(8,10)	37	2.31
(5,11)	19	1.19	(6,11)	8	0.50	(7,11)	9	0.56	(8,11)	37	2.31
(5,12)	16	1.00	(6,12)	6	0.38	(7,12)	6	0.38	(8,12)	36	2.25
(5,13)	10	0.63	(6,13)	3	0.19	(7,13)	3	0.19	(8,13)	30	1.88
(5,14)	6	0.38	(6,14)	2	0.13	(7,14)	3	0.19	(8,14)	25	1.56
(5,15)	16	1.00	(6,15)	6	0.38	(7,15)	6	0.38	(8,15)	36	2.25
(5,16)	0	0.00	(6,16)	0	0.00	(7,16)	0	0.00	(8,16)	0	0.00
$\phi_5$		0.95	$\phi_6$		0.45	$\phi_7$		0.48	$\phi_8$		1.99

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1982

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(9,1)	4	0.25	(10,1)	3	0.19	(11,1)	1	0.06	(12,1)	2	0.13
(9,2)	21	1.31	(10,2)	16	1.00	(11,2)	9	0.56	(12,2)	17	1.06
(9,3)	4	0.25	(10,3)	3	0.19	(11,3)	3	0.19	(12,3)	3	0.19
(9,4)	3	0.19	(10,4)	2	0.13	(11,4)	2	0.13	(12,4)	2	0.13
(9,5)	12	0.75	(10,5)	8	0.50	(11,5)	4	0.25	(12,5)	8	0.50
(9,6)	10	0.63	(10,6)	6	0.38	(11,6)	3	0.19	(12,6)	6	0.38
(9,7)	18	1.13	(10,7)	13	0.81	(11,7)	7	0.44	(12,7)	14	0.88
(9,8)	27	1.69	(10,8)	22	1.38	(11,8)	15	0.94	(12,8)	23	1.44
(9,9)	23	1.44	(10,9)	19	1.19	(11,9)	11	0.69	(12,9)	20	1.25
(9,10)	15	0.94	(10,10)	10	0.63	(11,10)	4	0.25	(12,10)	11	0.69
(9,11)	14	0.88	(10,11)	10	0.63	(11,11)	4	0.25	(12,11)	11	0.69
(9,12)	12	0.75	(10,12)	7	0.44	(11,12)	4	0.25	(12,12)	8	0.50
(9,13)	6	0.38	(10,13)	3	0.19	(11,13)	3	0.19	(12,13)	3	0.19
(9,14)	3	0.19	(10,14)	3	0.19	(11,14)	3	0.19	(12,14)	2	0.13
(9,15)	12	0.75	(10,15)	7	0.44	(11,15)	3	0.19	(12,15)	8	0.50
(9,16)	0	0.00	(10,16)	0	0.00	(11,16)	0	0.00	(12,16)	0	0.00
$\phi$		0.72	$\phi$		0.52	$\phi$		0.30	$\phi$		0.54

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1982

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(13,1)	2	0.13	(14,1)	1	0.06	(15,1)	4	0.25	(16,1)	0	0.00
(13,2)	14	0.88	(14,2)	1	0.06	(15,2)	21	1.31	(16,2)	0	0.00
(13,3)	2	0.13	(14,3)	1	0.06	(15,3)	11	0.69	(16,3)	0	0.00
(13,4)	2	0.13	(14,4)	0	0.00	(15,4)	4	0.25	(16,4)	0	0.00
(13,5)	6	0.38	(14,5)	0	0.00	(15,5)	12	0.75	(16,5)	0	0.00
(13,6)	4	0.25	(14,6)	0	0.00	(15,6)	10	0.63	(16,6)	0	0.00
(13,7)	11	0.69	(14,7)	0	0.00	(15,7)	18	1.13	(16,7)	0	0.00
(13,8)	20	1.25	(14,8)	0	0.00	(15,8)	27	1.69	(16,8)	0	0.00
(13,9)	16	1.00	(14,9)	1	0.06	(15,9)	24	1.50	(16,9)	0	0.00
(13,10)	8	0.50	(14,10)	0	0.00	(15,10)	15	0.94	(16,10)	0	0.00
(13,11)	7	0.44	(14,11)	1	0.06	(15,11)	15	0.94	(16,11)	0	0.00
(13,12)	5	0.31	(14,12)	1	0.06	(15,12)	12	0.75	(16,12)	0	0.00
(13,13)	3	0.19	(14,13)	1	0.06	(15,13)	10	0.63	(16,13)	0	0.00
(13,14)	2	0.13	(14,14)	1	0.06	(15,14)	3	0.19	(16,14)	0	0.00
(13,15)	5	0.31	(14,15)	1	0.06	(15,15)	12	0.75	(16,15)	0	0.00
(13,16)	0	0.00	(14,16)	0	0.00	(15,16)	0	0.00	(16,16)	0	0.00
$\phi$		0.42	$\phi$		0.04	$\phi$		0.77	$\phi$		0.00

Indices de circularidad por vértice

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1987

Sector 1			Sector 2			Sector 3			Sector 4		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(1,1)	3	0.19	(2,1)	3	0.19	(3,1)	2	0.13	(4,1)	2	0.13
(1,2)	3	0.19	(2,2)	5	0.31	(3,2)	2	0.13	(4,2)	4	0.25
(1,3)	3	0.19	(2,3)	4	0.25	(3,3)	2	0.13	(4,3)	3	0.19
(1,4)	2	0.13	(2,4)	3	0.19	(3,4)	1	0.06	(4,4)	4	0.25
(1,5)	1	0.06	(2,5)	5	0.31	(3,5)	1	0.06	(4,5)	4	0.25
(1,6)	2	0.13	(2,6)	4	0.25	(3,6)	1	0.06	(4,6)	3	0.19
(1,7)	3	0.19	(2,7)	5	0.31	(3,7)	0	0.00	(4,7)	4	0.25
(1,8)	3	0.19	(2,8)	5	0.31	(3,8)	0	0.00	(4,8)	3	0.19
(1,9)	3	0.19	(2,9)	5	0.31	(3,9)	0	0.00	(4,9)	4	0.25
(1,10)	1	0.06	(2,10)	4	0.25	(3,10)	1	0.06	(4,10)	3	0.19
(1,11)	2	0.13	(2,11)	5	0.31	(3,11)	2	0.13	(4,11)	4	0.25
(1,12)	0	0.00	(2,12)	4	0.25	(3,12)	0	0.00	(4,12)	3	0.19
(1,13)	3	0.19	(2,13)	4	0.25	(3,13)	2	0.13	(4,13)	3	0.19
(1,14)	2	0.13	(2,14)	4	0.25	(3,14)	0	0.00	(4,14)	3	0.19
(1,15)	2	0.13	(2,15)	4	0.25	(3,15)	1	0.06	(4,15)	4	0.25
(1,16)	0	0.00	(2,16)	0	0.00	(3,16)	0	0.00	(4,16)	0	0.00
$\phi$	0.13		$\phi$	0.25		$\phi$	0.06		$\phi$	0.20	

Indices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1987

Sector 5			Sector 6			Sector 7			Sector 8		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(5,1)	4	0.25	(6,1)	2	0.13	(7,1)	3	0.19	(8,1)	5	0.31
(5,2)	5	0.31	(6,2)	3	0.19	(7,2)	4	0.25	(8,2)	6	0.38
(5,3)	4	0.25	(6,3)	3	0.19	(7,3)	3	0.19	(8,3)	5	0.31
(5,4)	3	0.19	(6,4)	2	0.13	(7,4)	2	0.13	(8,4)	4	0.25
(5,5)	6	0.38	(6,5)	3	0.19	(7,5)	4	0.25	(8,5)	6	0.38
(5,6)	5	0.31	(6,6)	3	0.19	(7,6)	3	0.19	(8,6)	5	0.31
(5,7)	6	0.38	(6,7)	4	0.25	(7,7)	4	0.25	(8,7)	7	0.44
(5,8)	5	0.31	(6,8)	3	0.19	(7,8)	4	0.25	(8,8)	6	0.38
(5,9)	5	0.31	(6,9)	4	0.25	(7,9)	4	0.25	(8,9)	7	0.44
(5,10)	5	0.31	(6,10)	3	0.19	(7,10)	3	0.19	(8,10)	5	0.31
(5,11)	5	0.31	(6,11)	3	0.19	(7,11)	4	0.25	(8,11)	6	0.38
(5,12)	5	0.31	(6,12)	3	0.19	(7,12)	3	0.19	(8,12)	6	0.38
(5,13)	5	0.31	(6,13)	3	0.19	(7,13)	3	0.19	(8,13)	5	0.31
(5,14)	4	0.25	(6,14)	3	0.19	(7,14)	3	0.19	(8,14)	5	0.31
(5,15)	5	0.31	(6,15)	3	0.19	(7,15)	3	0.19	(8,15)	6	0.38
(5,16)	0	0.00	(6,16)	0	0.00	(7,16)	0	0.00	(8,16)	0	0.00
$\phi$	0.28		$\phi$	0.18		$\phi$	0.20		$\phi$	0.33	

Índices de circularidad por vértice

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1987

Sector 9			Sector 10			Sector 11			Sector 12		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(9,1)	3	0.19	(10,1)	3	0.19	(11,1)	2	0.13	(12,1)	2	0.13
(9,2)	4	0.25	(10,2)	4	0.25	(11,2)	4	0.25	(12,2)	3	0.19
(9,3)	3	0.19	(10,3)	3	0.19	(11,3)	3	0.19	(12,3)	2	0.13
(9,4)	3	0.19	(10,4)	3	0.19	(11,4)	3	0.19	(12,4)	1	0.06
(9,5)	4	0.25	(10,5)	4	0.25	(11,5)	4	0.25	(12,5)	3	0.19
(9,6)	4	0.25	(10,6)	3	0.19	(11,6)	3	0.19	(12,6)	2	0.13
(9,7)	5	0.31	(10,7)	4	0.25	(11,7)	4	0.25	(12,7)	3	0.19
(9,8)	4	0.25	(10,8)	4	0.25	(11,8)	4	0.25	(12,8)	3	0.19
(9,9)	5	0.31	(10,9)	5	0.31	(11,9)	5	0.31	(12,9)	3	0.19
(9,10)	4	0.25	(10,10)	3	0.19	(11,10)	4	0.25	(12,10)	2	0.13
(9,11)	4	0.25	(10,11)	4	0.25	(11,11)	4	0.25	(12,11)	3	0.19
(9,12)	4	0.25	(10,12)	4	0.25	(11,12)	4	0.25	(12,12)	2	0.13
(9,13)	4	0.25	(10,13)	3	0.19	(11,13)	3	0.19	(12,13)	2	0.13
(9,14)	4	0.25	(10,14)	3	0.19	(11,14)	4	0.25	(12,14)	2	0.13
(9,15)	4	0.25	(10,15)	4	0.25	(11,15)	4	0.25	(12,15)	2	0.13
(9,16)	0	0.00	(10,16)	0	0.00	(11,16)	0	0.00	(12,16)	0	0.00
$\bar{\phi}$		0.23	$\bar{\phi}$		0.21	$\bar{\phi}$		0.21	$\bar{\phi}$		0.14

Índices de circularidad por vértice para los sectores de la matriz de exportaciones de Puerto Rico hacia Estados Unidos de 1987

Sector 13			Sector 14			Sector 15			Sector 16		
Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice	Vértice	Longitud	Índice
(13,1)	2	0.13	(14,1)	1	0.06	(15,1)	2	0.13	(16,1)	0	0.00
(13,2)	4	0.25	(14,2)	2	0.13	(15,2)	4	0.25	(16,2)	0	0.00
(13,3)	2	0.13	(14,3)	1	0.06	(15,3)	3	0.19	(16,3)	0	0.00
(13,4)	2	0.13	(14,4)	1	0.06	(15,4)	2	0.13	(16,4)	0	0.00
(13,5)	4	0.25	(14,5)	2	0.13	(15,5)	3	0.19	(16,5)	0	0.00
(13,6)	3	0.19	(14,6)	2	0.13	(15,6)	3	0.19	(16,6)	0	0.00
(13,7)	4	0.25	(14,7)	3	0.19	(15,7)	4	0.25	(16,7)	0	0.00
(13,8)	4	0.25	(14,8)	2	0.13	(15,8)	3	0.19	(16,8)	0	0.00
(13,9)	4	0.25	(14,9)	3	0.19	(15,9)	4	0.25	(16,9)	0	0.00
(13,10)	3	0.19	(14,10)	2	0.13	(15,10)	3	0.19	(16,10)	0	0.00
(13,11)	3	0.19	(14,11)	2	0.13	(15,11)	4	0.25	(16,11)	0	0.00
(13,12)	3	0.19	(14,12)	2	0.13	(15,12)	3	0.19	(16,12)	0	0.00
(13,13)	3	0.19	(14,13)	2	0.13	(15,13)	3	0.19	(16,13)	0	0.00
(13,14)	2	0.13	(14,14)	2	0.13	(15,14)	3	0.19	(16,14)	0	0.00
(13,15)	3	0.19	(14,15)	2	0.13	(15,15)	4	0.25	(16,15)	0	0.00
(13,16)	0	0.00	(14,16)	0	0.00	(15,16)	0	0.00	(16,16)	0	0.00
$\bar{\phi}$		0.18	$\bar{\phi}$		0.11	$\bar{\phi}$		0.19	$\bar{\phi}$		0.00

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Adie, R. F. y G. E. Poitras. (1974). Latin America: The Politics of Immobility. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, Inc.
- Almon, C. (1991). "The INFORUM Approach to Integrated Modeling". Economic Systems Research. Vol. 1, núm. 3, págs. 1-7.
- Amsden, A. (1989). Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization. Nueva York, Oxford U. Press.
- Aroche, F. (1993). Economic Structures in Brazil, Mexico and South Korea: an Input-Output Application. Tesis sometida para obtener el grado de Doctor en Economía. Queen Mary and Westfield College, Universidad de Londres.
- \_\_\_\_\_. (1996). "Important Coefficients and Structural Change: A Multi-layer Approach". Economic Systems Research. Vol. 8, núm. 3, págs. 235-246.
- \_\_\_\_\_. (1998). "Finding and Comparing Basic Structures Through Qualitative Input-Output Methods". XII Congreso Internacional de Técnicas de Insumo-Producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- Arrow, K. J. y F. Hahn. (1971). General Competitive Analysis. San Francisco, Holden Day.
- Augusztinovics, M. (1995). "What Input-Output is About?". Structural Change and Economic Dynamics. Vol. 6, núm. 3, págs. 271-277.
- Batten, D. F. y Boyce D. E. (1986). "Spatial Interaction, Transportation and Interregional Commodity Flow Models." Handbook of Regional and Urban

- Economics. Vol. I, Regional Economics, editado por Peter Nijkamp, Free University, Ámsterdam.
- Beyers, W.B. (1989). "Structural Change in Interregional Input-Output Models: Form and Regional Economic Development Applications." Frontiers of Input-Output Analysis, editado por Ronald E. Miller, Karen R. Polenske y Adam Z. Rose, Oxford University Press, págs.180-192.
- Blin, J. M. Y F. Murphy. (1974). "On Measuring Economic Interrelatedness". Review of Economic Studies, 41. págs. 437-440.
- Bon, R. (1989). "Qualitative Input-Output Analysis". Frontiers of Input-Output Analysis, editado por Ronald E. Miller, Karen R. Polenske Adam Z. Rose, Oxford University Press, págs. 222-231.
- Bruton, H. J. (1998). "A Reconsideration of Import Substitution." Journal of Economic Literature, vol. XXXVI, págs. 903-936.
- Bulmer-Thomas, V. (1982). Input-Output Analysis in Developing Countries: Sources, Methods and Applications. John Wiley and Sons Ltd.
- Busacker, R. G. y T. L. Saaty. (1965). Finite Graphs and Networks: An Introduction with Applications. New York, MacGraw Hill.
- Cardoso, F. H. (1970). "¿Teoría de la dependencia o análisis de situaciones concretas de dependencia?" Revista Latinoamericana de Ciencia Política, diciembre.
- Cardoso, F. H. y E. Faletto. (1978). Dependencia y desarrollo en América Latina: Ensayo de interpretación sociológica. Decimocuarta edición, Siglo XXI, México.



- Carey, H. P. (1858). Principles of Social Science. Philadelphia, Lippincott.
- Carter, A. (1970). Structural Change in the American Economy. Harvard University Press.
- Cassetti, M. (1995). "A New Method for the Identification of Patterns in Input-Output Matrices." Economic Systems Research. Vol. 7, núm. 4, págs. 363-381.
- Catalá, F. (1993). "La sección 936: nuevas reglas de juego." Diálogo, septiembre-octubre, San Juan, Puerto Rico.
- \_\_\_\_\_. (1995). "Alternativas a la Sección 936: ninguna y muchas". Diálogo, diciembre, San Juan, Puerto Rico.
- CEREP. (1984). La crisis económica de Puerto Rico: Una respuesta al informe del Comité para el Desarrollo Económico de Puerto Rico, Inc.
- Chartrand, G. (1977). Introductory Graph Theory. Western Michigan University, Dover Publications, Inc. New York.
- Chenery, H y T. Watanabe. (1958). "International Comparisons of the Structure of Production". Econometrica. Vol. 26, núm. 4, págs. 487-521.
- \_\_\_\_\_; S. Shishido y T. Watanabe. (1962). "The Patterns of Japanese Growth, 1914-1954". Econometrica. Vol. 30, núm. 1, págs. 98-139.
- Ciaschini, M. (1988). "Input-Output Analysis: an Introduction". Input-Output Analysis: Current Developments. Editado por Maurizio Ciaschini. Chapman and Hall, New York.

- Consejo Asesor Económico al Gobernador. (1989). Puerto Rico 2004: hacia la segunda transformación económica. Banco Gubernamental de Fomento.
- Consejo de Desarrollo Estratégico para Puerto Rico, Oficina del Gobernador. (1991). Impacto económico sobre Puerto Rico del Acuerdo de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México.
- Consejo de Productividad Económica, Oficina del Gobernador. (1994). Nuevo modelo de desarrollo económico.
- Czamanski, S. y L.A. Ablas. (1979). "Identification of Industrial Clusters and Complexes: a Comparison of Methods and Findings". Urban Studies. Vol. 16. págs. 61-80.
- Czayka, L. (1972). Qualitative Input-Output Analysis. Meisenheim am Glan, República Federal de Alemania, Verlag Anton Hain.
- De Mesnard, L. (1995). "A Note on Qualitative Input-Output Analysis." Economic Systems Research. Vol. 7, núm. 4, págs. 439-445.
- Department of Commerce. (1979). Economic Study of Puerto Rico. Report to the President prepared by the Interagency Task Force coordinated by the United States Department of Commerce.
- Dervis, K.; J. De Melo; y S. Robinson. (1982). General Equilibrium Models for Development Policy. Cambridge, Cambridge University Press.
- Dietz, J. L. (1989). Historia económica de Puerto Rico. Ediciones Huracán, Río Piedras, Puerto Rico.

- \_\_\_\_\_. (1993). "La reinención del subdesarrollo: errores fundamentales del proceso de industrialización." Del nacionalismo al populismo: cultura y política en Puerto Rico. Alvarez-Curbelo, Silvia y Rodríguez Castro, María E. editoras, Ediciones Huracán.
- \_\_\_\_\_ y E. Pantojas. (1993). "Puerto Rico's New Role in the Caribbean: the High Finance/Maquiladora Strategy." Colonial Dilemma: Critical Perspectives on Contemporary Puerto Rico. Meléndez, E. y Meléndez, E. editores. Sound End Press, Boston, Estados Unidos.
- Dixon, P. B.; B. R. Parmenter; J. Sutton; y D. P. Vincent. (1982). ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy. Ámsterdam, North-Holland.
- Docquier, F. (1989). Evolution de la dominance et du cheminement de l'activité industrielle en Belgique. Une approche structurale. Universidad de Liège.
- Dodd, S. C. (1950). "The Interactance Hypothesis: A Gravity Model Fitting Physical Masses and Human Groups." American Sociological Review. Vol 15, págs. 245-256.
- Dorfman, R. (1995). "In Appreciation of Wassily Leontief". Structural Change and Economic Dynamics. Vol. 6, núm. 3, págs. 306-308.
- Drejer, I. (2000). "Comparing Patterns of Industrial Interdependence in National Systems of Innovation – A Study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States." Economic Systems Research. Vol. 12, núm. 3, págs. 377-399.
- Eckstein, O. (1954). "The Input-Output System - Its Nature and Use".

- Enders, W. (1995). Applied Econometrics Time Series. Wiley, New York.
- Engle, R.F. y C. Granger. (1987). "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing." Econometrica. Vol. 55.
- Fishlow, A. (1994). Miracle or Design? Lessons from the East Asian Experience. Washington, D. C., Overseas Development Council.
- Fontela, E., A. López y A. Pulido. (2000). "Structural Comparison of Input-Output Tables." Artículo presentado en la XIII Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- Forbus, K. D. (1985). "Qualitative Process Theory". En Qualitative Reasoning about Physical Systems. Editado por D. C. Bobrow. Cambridge, MA y Londres: The MIT Press, págs. 85-168.
- Forsell, O. (1988). "Growth and the Changes in the Structure of yhr Finnish Economy in the 1960s and 1970s." En M. Ciaschini (ed.) Input-Output Analysis. Current Developments. New York, Chapman and Hall.
- Fuller, W. (1976). Introduction to Statistical Time Series. John Wiley & Sons.
- Furtado, C. (1964). Desarrollo y subdesarrollo. EUDEBA
- Gazon, J. (1976). Transmission de l'influence économique. Une approche structurale. Sirey.
- \_\_\_\_\_. (1979). "Une nouvelle methodology: L'approche structurale de l'influence économique". Economie Appliquée. Vol. 32. núm. 2-3, págs. 301-337.

- \_\_\_\_\_. (1989). "Analyse de l'interdépendance industrielle par la méthodologie structurale". Economie Appliquée. Vol. 42, núm. 4, págs. 133-163.
- \_\_\_\_\_. (2000). "From Economic Structure to Power Structure." Artículo presentado en la XIII Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- Ghosh, S. y J. Roy. (1998). "Qualitative Input-Output Analysis of the Indian Economic Structure." Economic System Research. Vol. 10, núm. 3, págs. 263-273.
- Granger, C. (1981). "Some Properties of Time Series Data and the Use in Econometric Model Specification." Journal of Econometrics. Vol. 16, págs. 121-130.
- Gunder-Frank, A. (1963). América Latina: Subdesarrollo o revolución. Editorial ERA, México.
- \_\_\_\_\_. (1972). Lumpenbourgeoisie and Lumpendevelopment. Nueva York, Monthly Review Press.
- Günlük-Senesen, G. y Ü. Senesen. (2000). "Reconsidering Import Dependency: The Break-Down of Sectoral Demands with Respect to Suppliers." Artículo presentado en la XIII Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- Harary, F., R. Z. Norman y D. Cartwright. (1965). Structural Models: An Introduction to the Theory of Directed Graphs. New York, Londres y Sydney: Wiley.
- \_\_\_\_\_. (1969). Graph Theory. (Reading, MA, Addison Wesley).

- Helleiner, G. (ed.) (1992). Trade Policy, Industrialization and Development. Oxford, Clarendon Press.
- Hettne, B. (1995). Development Theory and the Three Worlds. Segunda edición, Longman.
- Hobday, M. (1995). Innovation in East Asia. Aldershot: Edward Elgar.
- Holub H. W. y H. Schnabl. (1979). "Qualitative und Quantitative Aspekte der Input-Output Analyse" Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 135. págs. 657-678.
- \_\_\_\_\_. (1985). "Qualitative Input-Output Analysis and Structural Information". Economic Modeling. Vol. 2, págs. 67-73.
- Howe, E. (1991) "Simple Industrial Complexes". Papers in Regional Science: The Journal of the RSAI. Vol. 70, núm. 1, págs. 71-80.
- Isard, W.; I. Azis; M. Drennan; R. Miller; S. Saltzman y E. Thorbecke. (1998). Methods of Interregional and Regional Analysis. Ashgate Publishing, Inglaterra.
- Jilek, J. (1971). "The Selection of the Most Important Coefficients". Economic Bulletin for Europe, 23, págs. 86-105.
- Johansen, S. (1988). "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors." Journal of Economic Dynamics and Control. Vol. 12.

- \_\_\_\_\_ y K. Joselius. (1990). "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration - with Applications to the Demand for Money." Oxford Bulletin of Economics and Statistics. Vol. 52, págs. 169-210.
- Junta de Planificación de Puerto Rico. (1991). El sistema de contabilidad y el modelo de insumo-producto. Área de Planificación Económica y Social y Negociado de Análisis Social. Modelos y Proyecciones.
- \_\_\_\_\_. (1994). "Sección 936: enmiendas recientes y posibles impactos." Informe Económico al Gobernador.
- \_\_\_\_\_. Matrices de insumo-producto de Puerto Rico para los años 1972, 1977, 1982 y 1987.
- \_\_\_\_\_. Datos de exportaciones e importaciones de Puerto Rico.
- KPMG Peat Marwick, Policy Economic Group. (1995). Impact of NAFTA on the Economy of Puerto Rico; Executive Summary.
- Lahr, M.L. (1993). "A Review of the Literature Supporting the Hybrid Approach to Constructing Regional Input-Output Models." Economic Systems Research. Vol. 5, núm. 3, págs. 277-293.
- \_\_\_\_\_. (1998). "A Strategy for Producing Hybrid Regional Input-Output Tables". Center for Urban Policy Research.
- \_\_\_\_\_. (2000) "Reconciling Domestication Techniques, the Notion of Re-exports and Some Comments on Regional Accounting." Artículo presentado en la XIII

Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.

Lall, S. (1984). "Exports of Technology by Newly-Industrializing Countries". Special Issue of World Development, vol. 12, págs. 471-670.

Landreth, H. y D.C. Colander. (1994). History of Economic Thought. Houghton Mifflin Company. Tercera edición. Boston MA.

Lantner, R. (1972a). "L'analyse de la dominance économique". Revue d'Economie Politique. Vol. 82, núm. 2, págs. 216-281.

\_\_\_\_\_. (1972b). "Recherche sur l'interprétation du déterminant d'une matrice input-output." Revue d'Economie Politique. Vol. 82, núm. 2, págs. 435-442.

Latham, W.R. (1976). "Needless Complexity in the Identification of Industrial Complexes". Journal of Regional Science. Vol. 16, núm. 1, págs. 45-55.

Leontief, W. (1953). "Dynamics Analysis". Studies in the Structure of the American Economy.

\_\_\_\_\_. (1953). "Structural Change". Studies in the Structure of the American Economy.

\_\_\_\_\_. (1966). Ensayos sobre economía. Sant Joan Despí, Barcelona.

\_\_\_\_\_. (1966b). Input-Output Economics. University Press, Oxford, New York.



- Lewis, A. (1949) "Industrial Development in Puerto Rico." The Caribbean Economic Review. Vol. 1, núm. 1-2, págs. 153-175, diciembre.
- Lipset, S. M. (1963). "Values, Education and Entrepreneurship." S.M. Lipset y A. Solari (compiladores). Elites in Latin America, Nueva York, Basic Books.
- Llano, C. (2000). "The Estimation of the Interregional Trade in the Context of an Interregional Input-Output Model for the Spanish Economy." Artículo presentado en la XIII Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- MacGregor, P. G. y J. K. Swales. (1994). "An Investigation into a Neo-classical Interpretation of Regional Input-Output Analysis". Strathclyde Papers in Economics, 94/1, Universidad de Strathclyde, Glasgow.
- Maddala, G.S. (1996). Introducción a la econometría. Segunda edición, Prentice Hall.
- \_\_\_\_\_ y I. Kim. (1998). Unit Roots, Cointegration and Structural Change. Cambridge University Press, Inglaterra.
- Mariña, A. (1993). Insumo-Producto: Aplicaciones básicas al análisis económico estructural. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México D.F.
- Marqués, R. (1993). Nuevo modelo económico para Puerto Rico. Editorial Cultural.
- \_\_\_\_\_. (1996). "Desarrollo económico sin la Sección 936." Claridad. San Juan, Puerto Rico.

- Meléndez, E. (1988). "Crisis económica y estrategia de desarrollo en Puerto Rico." Puerto Rico en los 1990. Centro de Investigaciones Sociales. Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico.
- Metzler, L. (1951a). "A Multiple-country Theory of Income Transfers". Journal of Political Economy, 1, págs. 14-19.
- \_\_\_\_\_. (1951b). "Taxes and Subsidies in Leontief's Input-Output Model". Quarterly Journal of Economics, 3, págs. 433-438.
- Miller, R. y P. Blair. (1985). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Moscoso, T. (1966). "Origen y desarrollo de la Operación Manos a la Obra." Cambio y desarrollo en Puerto Rico.
- Motohashi, K. (1998). "How Japan-US Interdependence Changed from 1985 to 1990: Some Findings from Price-adjusted MITI Intercountry Input-Output Tables." Economic Systems Research. Vol. 10, núm. 1, págs. 45-62.
- Munroe, D. y G.J.D. Hewings. (2000). "The Role of Intraindustry Trade in Interregional Trade in the Midwest of the US." Artículo presentado en la XIII Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- Negrón, O. (1986). El impacto de las corporaciones 936 sobre la economía puertorriqueña: un enfoque insumo-producto. Tesis de Maestría, Universidad de Puerto Rico.

- Nelson, C. y C. Plosser. (1982). "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series." Journal of Monetary Economics. Vol. 10, págs. 139-162.
- Nijkamp, P. y A. Reggiani. (1989). "Spatial Interaction and Input-Output Models: A Dynamic Stochastic Multiobjective Framework". Frontiers of Input-Output Analysis, editado por Ronald E. Miller, Karen R. Polenske Adam Z. Rose, Oxford University Press, págs. 193-208.
- Noriega. (1994). Teoría del desempleo, la distribución y la pobreza. México, Editorial Ariel, Ariel Economía.
- OECD. Matrices de Estados Unidos para los años 1972, 1977, 1982, 1985 y 1990.
- Ollman, B. (1971). Alienation: Marx's Conception of Man in Capitalist Society. Cambridge, Cambridge University Press.
- Pantojas, E. (1984). "La crisis del modelo desarrollista y la reestructuración capitalista en Puerto Rico." CEREP, San Juan, Puerto Rico.
- \_\_\_\_\_. (1996). "936: ¿Qué fuerzas económicas, políticas y sociales llevan a la eliminación de esta disposición federal e impulsan el colapso de este siglo?" Diálogo, febrero, San Juan, Puerto Rico.
- Perloff, H. (1952). "The U.S. and the Economic Development of Puerto Rico." Journal of Economic History. Vol. 12, núm. 1, págs. 45-59.
- Polenske, K. (1980). The U.S. Multiregional Input-Output Accounts and Model. Lexington, MA. Lexington Books.

- Ponsard, C. (1972). "Les éléments fondamentaux de la théorie des graphes de transfert." Revue d'économie politique. Vol. 82, núm. 2, págs. 191-215.
- Quiñones, A. (1993). "Comentarios y análisis crítico del ensayo: Normalización de relaciones entre Cuba y Estados Unidos" Caribbean Studies. Vol. 26, núms. 1-2, enero-junio.
- \_\_\_\_\_. (1994). La Sección 936. Departamento de Economía, Universidad de Puerto Rico.
- Quirk, J. P. y R. Saposnik. (1968). Introduction to General Equilibrium Theory and Welfare Economics. New York, MacGraw Hill.
- Rey, S. (1997). "Coefficient Change in Embedded Econometric and Input-Output Models at the Regional Level." Economic Systems Research. Vol. 9, núm. 4, págs. 307-329.
- \_\_\_\_\_. (1999). "Integrated Regional Econometric+Input-Output Modeling: Issues and Opportunities." Departamento de Geografía, Universidad del Estado de San Diego, San Diego, California.
- Rose, A. (1995). "Input-Output Economics and Computable General Equilibrium Models". Structural Change and Economic Dynamics. Vol. 6, núm. 3, págs. 295-304.
- \_\_\_\_\_ y W. Miemyk. (1989). "Input-Output Analysis: The First Fifty Years." Economic Systems Research. Vol. 1, núm. 2, págs. 229-271.

- Rota, J. (1972). "Graphes de transfert et étude dynamique d'un modele entrées-sorties." Revue d'économie politique. Vol. 82, núm. 2, págs. 313-336.
- Ruiz, A.L. (1977). "The Impact of the Economic Recession on the Puerto Rican Economy: An Input-Output Approach." Caribbean Studies. Vol. 16, núm. 3, octubre-enero.
- \_\_\_\_\_. (1981). "Desarrollo económico de Puerto Rico: Evaluación de una estrategia de desarrollo basado en la importación de capital y tecnología." Revista de Ciencias Sociales. Vol. 23, núms. 1-2.
- \_\_\_\_\_. (1988). "Impacto intersectorial y macroeconómico en la economía de Puerto Rico de las empresas operando bajo la Sección 936 del Código de Rentas Internas de Estados Unidos." Trabajo presentado en el Seminario Internacional sobre Plantas Complementarias y Fondos 936, Instituto Tecnológico de Santo Domingo y la Fundación Friedrich Eberd, Santo Domingo, República Dominicana.
- \_\_\_\_\_. (1989). Economía interindustrial: el modelo de insumo-producto.
- \_\_\_\_\_ y J. Castañer. (1988). "Vinculación comercial de Puerto Rico y el resto del Caribe." Caribbean Studies. Vol. 21, núms. 3-4, julio-diciembre.
- \_\_\_\_\_ y E. Wolff. (1996). "Productivity Growth, Import Leakage and Employment Growth in Puerto Rico, 1967-87." Economic Systems Research. Vol. 8, núm. 4, págs. 391-413.
- \_\_\_\_\_ y F. Zalacaín. (1996). Algunas sugerencias encaminadas a la reestructuración de nuestra economía en la era post-936.

- Scott, R. (1973). Latin American Modernization Problems. Urbana Ill., University of Illinois Press.
- Schintke, J. y R. Stäglin. (1988). "Important Input Coefficients in Market Transaction Tables and Production Flows Tables" En M. Ciaschini (ed.) Input-Output Analysis. Current Developments. New York, Chapman and Hall.
- Schnabl, H. (1994). "The Evolution of Production Structures, Analyzed by a Multi-layer Procedure". Economic Systems Research. Vol. 6, núm. 1, págs. 51-68.
- \_\_\_\_\_. (1995). "The Subsystem – MFA: A Qualitative Method for Analyzing National Innovation Systems – The Case of Germany." Economic Systems Research. Vol. 7, núm. 4, págs. 383-396.
- \_\_\_\_\_ y A. Düring. (2000). "Imputed Interindustry Technology Flows-A Comparative SMFA Analysis". Economic Systems Research. Vol. 12, núm. 3, págs. 363-375.
- Seers, D. (1981). "Los patrones de la dependencia." En Capitalismo transnacional y desarrollo nacional. Selección de José J. Villamil. Primera edición en español. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- Sekulik, M. (1968). "Applications for Input-Output Models to the Structural Analysis of the Yugoslav Economy ". Artículo presentado en la Cuarta Conferencia Internacional de Técnicas de Insumo-Producto. Génova.
- Sherman, J. y W. Morrison. (1950). "Adjustment of an Inverse Matriz Corresponding to a Change in One Element of a Given Matriz". Annals of Mathematical Statistics. 17, págs. 124-127.

- Silén, J.A. (1993). Historia de Puerto Rico. Distribuidora de Libros Inc., San Juan, Puerto Rico.
- Silvert, K. H. (1966). The Conflict Society: Reaction and Revolution in Latin America, Nueva York
- Sonis, M.; G. J. D. Hewings; y J. Gou. (1996). "Sources of Structural Change in Input-Output Systems: A Field of Influence Approach." Economic Systems Research. Vol. 8, núm. 1, págs. 15-32.
- Sonis, M.; G.J.D. Hewings; Israilevich y Y. Okuyama. (2000). "Feedback Loops Analysis of Japanese Interregional Trade: 1980-85-90." Artículo presentado en la XIII Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- Sonntag, H. R. (1988). Duda / Certeza / Crisis: La evolución de las ciencias sociales de América Latina. UNESCO, Nueva sociedad, Caracas, Venezuela.
- Stelder, D.; J. Oosterhaven y G.J. Eding. (2000). "A New Interregional Input-Output Software Approach to Generalised Interregional Input-Output Endogenisation, Linkage, Multiplier and Impact Analysis." Artículo presentado en la XIII Conferencia internacional de técnicas de insumo-producto. Asociación Internacional de Insumo-Producto.
- Stewart, J. Q. (1948). "Demographic Gravitation: Evidence and Applications". Sociometry, 11, págs. 31-58.

- Sunkel, O. (1981). "El desarrollo de la teoría del desarrollo." En Capitalismo transnacional y desarrollo nacional. Selección de José J. Villamil. Primera edición en español, Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- \_\_\_\_\_ y P. Paz. (1988). El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del subdesarrollo. 22da edición, Siglo XXI, México.
- Suriñach, Jordi; M. Artis; E. López y A. Sansó. (1995). Análisis económico regional: nociones básicas de la teoría de la cointegración. Editor Antoni Bosch, Fundació Bosch i Gimpera, Barcelona, España.
- Tamames, R. y S. Gallego. (1996) Diccionario de economía y finanzas. Cuarta edición. Alianza Editorial.
- Temple, M. (1994). Regional Economics. Macmillan Press.
- Tobin, J. (1976). Informe al Gobernador del Comité para el Estudio de las Finanzas de Puerto Rico. Editorial Universitaria.
- Torres, S. (1979). "La problemática económica de Puerto Rico." Unidad de Investigaciones Económicas, Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Puerto Rico.
- Treyz, G. I. (1993). Regional Economic Modeling: A Systematic Approach to Economic Forecasting and Policy Analysis. Boston, MA, Kluwer.
- Valenzuela, J. S. y A. Valenzuela. (1981). "Modernización y dependencia: Perspectivas alternas en el estudio del subdesarrollo latinoamericano." En Capitalismo



- transnacional y desarrollo nacional. Selección de José J. Villamil. Primera edición en español. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- Victorisz, J. y W. Goldsmith. (1976). "Summary Statement on Puerto Rico's Economic Development Strategy." Prepared for Interagency Committee on Puerto Rico's Economic Development Strategy.
- Villamil, J.J. (1976). "El modelo puertorriqueño: los límites del crecimiento independiente." Revista Puertorriqueña de Investigaciones Sociales. Vol. 1, núm. 1, julio-diciembre, págs. 3-14.
- \_\_\_\_\_. (1981). Introducción del libro Capitalismo transnacional y desarrollo nacional. Primera edición en español. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Vuez, J. M. (1972). "Graphes de transfert et variation des coefficients techniques d'un modele entrees-sorties." Revue d'économie politique. Vol. 82, núm. 2, págs. 285-312.
- Wade, R. (1990). Governing the Market. Princeton, Princeton University Press.
- West, G.R. (1995). "Comparison of Input-Output, Input-Output+Econometric and Computable General Equilibrium Impact Models at the Regional Level." Economic Systems Research. Vol. 7, núm. 2, págs. 209-227.
- Woodward, R.S. (1972). Industrial Incentives and Regional Economic Growth: the Case of Puerto Rico.

Yan, C. y E. Ames. (1965). "Economic Interrelatedness". Review of Economic Studies, 32. págs. 299-310.

Yershof. E. B. (1965). Capítulo 3 del libro Planning Methods of the Input-Output Proportions, Moscú.

Zipf, G. K. (1949). Human Behavior and the Principle of Least Effort. Reading, Mass.. Addison-Wesley.