



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

**TESIS DOCTORAL EN ECONOMÍA**

***Redes de Producción y Crecimiento  
Económico***

**LORENA F. TEDESCO**

**BAHÍA BLANCA**

**ARGENTINA**

**2016**

## **Prefacio**

Esta tesis trata sobre el crecimiento económico pensando en la interrelación de los sectores productivos. Esa interrelación es analizada desde la óptica de la teoría de redes sociales. Fue elaborada en la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca, Argentina), finalizada en mayo de 2016, bajo la dirección y codirección respectivamente, de los Dres. Juan Manuel Larrosa y Fernando Tohmé, ambos profesores de esa universidad e investigadores del Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del CONICET.

Consta de cinco capítulos. El primero aborda el marco teórico, el segundo la metodología y el tercero incluye la aplicación de un modelo para detectar clusters productivos e indagar si ellos contribuyen al crecimiento económico. El cuarto también es empírico y se aplica una regresión para ver si las propiedades de la matriz insumo producto de ciertos países seleccionados influye en el crecimiento del producto agregado. También se hace un análisis de clusters, con el mismo propósito, a una muestra de países ampliada. Por último, se desarrolla un modelo de Solow a nivel teórico incorporando a las relaciones intersectoriales como determinantes del crecimiento, y además, se lo simula.

*Dedico esta tesis a la razón de mi vida, mi hija Morena. A Guillermo, el hombre con el que quiero compartir mi presente y mi futuro. Y a mis padres, que me inculcaron la responsabilidad y los valores que me han hecho crecer personal y profesionalmente.*

*Agradezco los aportes recibidos de los Dres. Pablo Monterubbianesi, Silvia London y Fernando Delbianco y, principalmente, de mis directores quienes han orientado la investigación con mucho compromiso.*

## **Resumen**

Esta investigación contribuye a la discusión acerca de si la red que conforman los sectores productivos de un país determina, en parte, su crecimiento económico.

Para ello se ha hecho una revisión bibliográfica de los trabajos teóricos y empíricos más importantes que trataron este tema, circunscribiéndolos a los que utilizaron la matriz insumo producto como herramienta metodológica.

Además, se ha aportado evidencia a nivel de país y mundial, que permite analizar la hipótesis de que la arquitectura de la red productiva de un país afecta el crecimiento económico. Para ello se aplicaron modelos iniciales como el de Czamanski y Ablas (1978) hasta más recientes, como el de Acemoglu y otros (2012), y técnicas econométricas como regresiones y análisis de clusters.

Finalmente, se desarrolló un modelo teórico de tipo Solow (1956) pero incorporando a los vínculos intersectoriales como determinantes del crecimiento económico, lo que permite medir la respuesta del producto agregado a shocks idiosincráticos en los sectores productivos.

## **Abstract**

This research contributes to the discussion about whether the network that links the productive sectors of a country determines, in some way, its economic growth.

For this we have done a literature review of the most important theoretical and empirical studies that addressed this issue by using the input-output matrix as a methodological tool.

In addition, evidence has been provided at country and global levels, to analyze the hypothesis that the architecture of the productive network of a country affects economic growth. To this end we applied initial models such as Czamanski and Ablas (1978) to most recent ones like Acemoglu and others (2012) and econometric techniques such as regression and clusters analysis.

Finally, a theoretical variant of the model of Solow (1956) was developed, but incorporating the intersectoral linkages as determinants of economic growth, which measures the response to idiosyncratic shocks aggregate output in the productive sectors.

# INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: Marco Teórico .....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2.1. Redes e innovación.....	6
1.2.2. Redes y comercio internacional.....	11
1.2.3. Redes y flujos financieros.....	15
1.2.4. Redes y política económica.....	17
1.2.5. Redes y ciclos.....	18
1.3. Conclusión.....	28
CAPITULO II: Matrices insumo producto y teoría de redes.....	30
2.1. Redes y matrices insumo producto .....	30
2.1.1. El modelo de la matriz insumo producto (MIP).....	30
2.2. Redes sociales.....	37
2.2.1. La teoría de las redes sociales y los grafos.....	39
2.3. Conclusión.....	49
CAPITULO III: Eslabonamientos, clusters y crecimiento económico.....	50
3.1. Clusters basados en cadenas de valor o redes .....	50
3.2. El uso de la MIP para medir eslabonamientos .....	53
3.3. El uso de la MIP para identificar clusters .....	56
3.4. Evidencia empírica.....	57
3.4.1. Eslabonamientos y clusters en la Argentina.....	59
3.4.1.2. Eslabonamientos directos.....	59
3.4.1.3. Eslabonamientos totales.....	61
3.4.1.4. Coeficientes de concentración.....	65
3.4.1.5. La conformación de clusters en la economía argentina ...	67
3.4.2. El modelo de Czamanski y Ablas (1978) para algunos países.....	72
3.4.3. Impacto del crecimiento de los sectores según su centralidad.....	83
3.5. Conclusión .....	85

CAPITULO IV: Hechos estilizados del crecimiento con redes de producción	87
4.1. Modelo de Acemoglu y otros (2012)	87
4.2. Modelo econométrico	89
4.2.1. Estimación y resultados	93
4.3. Análisis de clusters	97
4.4. Correlación entre las métricas de la red	104
4.5. Conclusión	106
CAPITULO V: Estructura de las redes y crecimiento económico	107
5.1. El modelo de Solow-Swan	107
5.2. Un modelo de Solow con redes de producción	108
5.2. Un análisis simulado del impacto de los shock sectoriales	116
5.3. Conclusión	126
REFLEXIONES FINALES	128
APENDICE	130
BIBLIOGRAFIA	137

## **INTRODUCCION**

Existen numerosos trabajos que relacionan la Matriz Insumo Producto (MIP) con el crecimiento económico, tanto directa como indirectamente. De hecho, se puede argumentar que algunas formas de conexión entre los sectores productivos, que se denominan arquitecturas, afectan la productividad. Cada sector, a su vez, puede estar sujeto a variaciones marcadas en su nivel de actividad causadas por circunstancias propias. A estos acontecimientos se los conoce en la literatura como shocks idiosincráticos que, junto con la arquitectura de la red, determinan la productividad agregada.

El objetivo de esta tesis es indagar qué hace que los efectos de estas perturbaciones prevalezcan sobre el resultado agregado a largo plazo afectando de esta manera la tasa de crecimiento de la economía.

Para ello, se comienza en el capítulo I, con una revisión bibliográfica para explorar qué se ha investigado respecto a la incidencia de las relaciones intersectoriales sobre el rendimiento a largo plazo, medido por la evolución del producto bruto interno con el fin último de aportar a la discusión tanto desde el punto de vista teórico como empírico.

Más adelante, en el capítulo II, se explica la metodología a emplear en este trabajo y el instrumento de análisis que constituye la MIP, con sus respectivos antecedentes y limitaciones. Luego, en el capítulo III se calculan los eslabonamientos entre los sectores productivos de Argentina, pudiendo clasificarlos en sectores base, de fuerte arrastre, independientes y clave. Además, se exponen los resultados de la aplicación del modelo de Czamanski y Ablas (1978) a una muestra de treinta y seis países de desarrollo medio-alto, con el objeto de analizar la relación entre los eslabonamientos y los clusters productivos, y de ambos con el crecimiento económico. En esta parte, se hace hincapié en la economía argentina, comparando los resultados obtenidos con la MIP de 1997 y la del año 2004.

Dentro de cada arquitectura resulta interesante, además, identificar qué nodos (ramas de actividad económica) o grupo de nodos, a los que algunos autores llaman sectores motrices o claves o centrales, se correlacionan con un mayor crecimiento económico.



Este análisis se hace también en el capítulo III, en donde se relacionará la tasa de crecimiento de las actividades más centrales y menos centrales con la variación del producto bruto interno en veintiocho países, principalmente pertenecientes a la OCDE.

En tanto, en el capítulo IV, se presenta una variante del modelo de Acemoglu (2012), en donde se relaciona el crecimiento económico con la arquitectura de las MIP. La hipótesis de dicho autor fue contrastada empíricamente a partir de un análisis econométrico a la misma muestra de treinta y seis economías, aportada por Blöchl y otros (2011). Además, se presenta un análisis de clusters a una muestra de cien países, encontrando que hay dos variables que caracterizan a la arquitectura (métricas de la red), que se asocian con la tasa de crecimiento del PBI, reconociendo que este segundo análisis es sólo de tipo taxonómico con fines exploratorios o confirmatorios. En esa parte se analiza, además, la matriz de correlación entre las métricas de las MIP de cien países de diverso grado de desarrollo, en dos momentos del tiempo, 1970 y 2012, con el objetivo de ver la relación entre esas variables que reflejan la arquitectura de las redes que conforman las MIP y de verificar si las mismas han cambiado en ese período.

Por último, en la sección V se estudiará la forma de las cuatro cadenas productivas que más se destacan en las MIP de la muestra de los treinta y seis países utilizada en la tercera y cuarta parte de esta tesis, con el objeto de hacer una simulación que muestre que las diversas arquitecturas de la red responden de manera diferente a un shock de productividad en los sectores, dependiendo del rol de éstos dentro de la red y conduciendo a diferentes resultados de PBI agregado. A partir de allí, se destaca cómo el progreso técnico, que en el modelo de Solow se trata de un agregado sin mayores precisiones, adopta una forma más compleja y secuencial.

Luego se exponen las reflexiones finales y las líneas de investigación que se seguirán en el futuro a partir de estos hallazgos. Finalmente, se encuentra el apéndice, en el que se incluyen las tablas que muestran el ranking de centralidad de los sectores productivos en cada país.

## **CAPITULO I: Marco Teórico**

### **1.1. Antecedentes**

El crecimiento es un objetivo macroeconómico por excelencia para todo país. Para ello, el Estado debe diseñar políticas que estén basadas en un acertado diagnóstico de la realidad económica, por lo que el análisis de redes aporta información útil, y varios fueron los autores que han desarrollado esta perspectiva que se expondrá más adelante. En este sentido, Tedesco (2008, 2012) representan trabajos iniciales que miden el impacto en el PBI de los eslabonamientos de diversos sectores productivos utilizando la técnica de Czamanski y Ablas (1978) y la MIP de Argentina como instrumento de análisis. Este modelo estudia las relaciones entre pares de sectores identificando la máxima de las cuatro posibles. De esta manera, no sólo se detectan los eslabonamientos entre los mismos, sino también su direccionalidad e intensidad. Esta última ayuda a discriminar la relación entre fuerte, moderada y débil. El procedimiento, además, permite identificar agrupamientos o clusters de sectores relacionados en la cadena de valor. La presencia de clusters conjuga efectos de escala y aglomeración que favorece la productividad sectorial y agregada. Este tópico será abordado en el capítulo III.

Un tema muy interesante, no tratado por estos trabajos, es el de cómo esta distribución de las conexiones afecta no sólo a los ciclos económicos, sino al crecimiento económico. Por ello, recientemente el estudio de las MIP ha reverdecido y han surgido numerosos trabajos que plantean éste, y otros enfoques, para estudiar la problemática, considerando que la economía puede ser analizada como una red de sectores productivos vinculados por sus necesidades de insumos y el suministro de productos intermedios y finales. Hay enlaces que conectan los nodos (sectores productivos) que requieren de insumos de otros sectores y, con el tiempo, proporcionan bienes finales o intermedios a otros de ellos. La información básica que subyace a estas relaciones es la MIP de una economía.

Hay diversos abordajes al respecto, habiendo investigaciones que sostienen que las interconexiones de las empresas a través de las relaciones comprador-proveedor afectan fenómenos económicos que van desde la difusión de ideas innovadoras (Javorcik (2004) y Montresor y Marzetti (2008)), mientras otros postulan que la estructura de las MIP

afecta la transmisión de los shocks económicos (Conley y Dupor (2003)) o también los patrones de comercio e intercambio (Hanson y otros (2005), Hidalgo y otros (2007)). Lo que sí tienen en común, la mayor parte de los trabajos, es el concepto de sectores que son importantes para el crecimiento económico en función de sus eslabonamientos con otros sectores en la cadena de valor, a los que algunos autores definen como sectores claves y otros como motores o centrales en la economía.

Por ejemplo, Campbell (1972) discute la noción de polo de crecimiento a la luz de los eslabonamientos inter industriales. Rescata el concepto de coeficiente de dispersión de Rasmussen (1963) para complementar la idea de Hirschman (1958) de sector clave. El coeficiente de dispersión indica si un aumento en la actividad de un sector económico se derrama entre pocos o muchos otros sectores. Se asemeja al concepto del desvío estándar. Estos coeficientes fueron medidos para la MIP de 1997 de Argentina, en el capítulo III.

El autor, además, construye indicadores a través de la matriz de adyacencia, tales como el grado de centralidad de los nodos. Esta medida permite distinguir entre categorías de sectores, según sea el rol que cumpla el mismo. Por eso concluye que el enfoque de grafos es complementario al tradicional de polos de crecimiento.

En cambio, Fisher y Vega Redondo (2006) no hablan de sectores centrales, sino más bien de los sectores que son ejes de la economía moderna. Consideran a la MIP como una red dirigida ponderada. Desarrollan una medida de centralidad de intermediación basada en el caminante aleatorio (random walk) para determinar aquellos que son el eje de las economías, resultando ser el Comercio en Francia e Italia y la Administración Pública en EE.UU.

En tanto, García Muñiz y otros (2011) analizan, mediante el uso de la teoría de redes en el campo de insumo producto, la posición relativa de cada industria a través de los modelos de núcleo-periferia. Estos modelos son muy flexibles y se pueden aplicar en gráficos booleanos. Los mismos ordenan a los sectores mediante el uso de un criterio objetivo y proporcionan una nueva dimensión a la interpretación económica de la MIP. Este método se centra en la descripción de la estructura, la dependencia, interdependencia y jerarquía de las relaciones. El objetivo fundamental de estos

modelos es la delimitación de un núcleo formado por un conjunto de sectores fuertemente relacionados; es decir, un grupo cohesionado con una alta densidad de enlaces. Por el contrario, los sectores dispersos y relativamente desconectados de la red serían la periferia del sistema económico.

Los autores citan a Simpson y Tsukui (1965), más precisamente el término “Estructura Económica Fundamental” (FES) que estos autores desarrollan y lo vinculan a un posible camino evolutivo por el que las economías pueden progresar. El concepto de FES proporcionó un marco en el que los sistemas económicos mostraron algunos patrones y regularidades comunes. Las actividades que integran la FES son aquellas en que algunos niveles de actividad son predecibles y algunos rangos dados de estabilidad se mantienen, lo cual no significa que esas sean las actividades más importantes. En el trabajo de García Muñiz y otros (2011), se intenta identificar una FES usando la teoría de redes para ver cuáles son los sectores más centrales en cuanto a las relaciones intersectoriales de insumo producto que se reflejan en la MIP.

Esta novedosa propuesta se aplica al análisis de las economías europeas en 1995. El núcleo central de España y de Europa, en general, tiene una naturaleza diversa: por un lado se encuentran las actividades de fabricación y de servicio tales como energía, metal y productos metálicos y, por otra parte, servicios y transporte terrestre. El núcleo tiene un efecto importante en la economía, ya que puede influir, directa e indirectamente, en un gran número de sectores. La posición central de estos sectores es el resultado de las trayectorias de las actividades económicas dentro de la región y da a conocer la transmisión de la mayor influencia en toda la economía. Estas producciones responden a una economía más compleja y desarrollada, con una mejor infraestructura. Siguiendo con el modelo, en la semi periferia están los alimentos, la agricultura y los productos químicos. Por último, en la periferia se encuentran los textiles y las actividades marítimas. Shocks exógenos idénticos en estas ramas productivas traerán un desigual efecto en cada economía desde su diferente posición en la red, donde se extienden los impulsos de la demanda de una manera diferente.

Después de mencionar estos ejemplos de trabajos que analizan la MIP como una red, en este capítulo se hace una breve revisión de algunas otras investigaciones, clasificándolas según sea el mecanismo por el que impactan en el crecimiento económico. Se comienza

por aquellas cuestiones que se relacionan indirectamente como la innovación, los flujos financieros, la política pública y el comercio exterior, para finalizar con los principales aportes teóricos vinculados directamente con el crecimiento económico, haciendo foco principalmente en el modelo de Acemoglu (2012) y otros, que es el que se considerará en el capítulo IV para testearlo econométricamente.

### **1.2.1 Redes e innovación**

Entre los autores que analizan esta relación cabe mencionar a Javorcik (2004), quien evalúa los efectos derrame de la productividad (spillovers) de la inversión extranjera directa (IED) en Lituania. Según la autora, los mismos se verifican por los contactos entre las filiales extranjeras y sus proveedores locales, pero no dentro de la misma industria (horizontal). Además, los mayores beneficios de productividad están asociados con el mercado interno en lugar de orientados a la exportación por parte de compañías extranjeras. Los spillovers se dan en varios sentidos: la exigencia de mayor calidad por parte de las empresas extranjeras a los proveedores locales, la transferencia de conocimiento directo e indirecto (a través de la mano de obra), la generación de economías de escala por parte de las empresas locales ante el aumento de su demanda proveniente de las extranjeras y la posibilidad de optar por productos extranjeros en el mercado intermedio derivado de la mayor competencia a nivel de proveedores locales, son algunos casos.

La autora busca explicar el crecimiento del PBI usando como variables independientes a la mano de obra, al capital, a la IED y a los eslabonamientos (distinguiendo entre los que son hacia delante y los hacia atrás, mediante un promedio ponderado de la participación de la producción de cada empresa en el total sectorial).

Por su parte, Montresor y Marzetti (2008) analizan los vínculos entre la innovación intersectorial y las redes de insumo producto para seis sistemas tecnológicos de OCDE a mediados de los años '90 (Japón, Corea, Países Bajos, Polonia, España y EE.UU.). Ellos sostienen que los sectores y las relaciones entre ellos pueden ser tratados como parte de redes de innovación, cuyas propiedades pueden analizarse como las de las redes sociales, ya que varios de sus indicadores tienen un significado inmediato y equivalente en el análisis del sistema de la innovación. Este sistema está compuesto de agentes

económicos y de instituciones/organizaciones (por ejemplo, laboratorios de investigación y similares) que interactúan. Estas relaciones se enmarcan en vínculos técnicos y económicos (representados en la MIP), que también definen el tipo de sistema de innovación. Además, influye el rol del mercado externo en estas conexiones.

Ellos proponen mapear las relaciones constitutivas de un sistema tecnológico mediante la creación de una matriz de innovación intersectorial que refleje el funcionamiento tanto del sub-sistema innovador, representado por el gasto en investigación y desarrollo (I&D), como del sub-sistema de producción (plasmado en la MIP) de un sistema tecnológico. Analizan tres indicadores al comparar diferentes sistemas tecnológicos, que son análogos a los que se definen en la teoría de las redes. El primero se refiere al sistema tecnológico como un todo y es la densidad de la red. El segundo es la centralidad de grado de cada nodo, lo que se interpretaría como el grado de dependencia o generalización de los sectores en el sistema. Y la última medida que proponen es el grado de centralización de entrada de toda la red, por lo que valores bajos de este indicador pueden interpretarse como distribuciones sectoriales uniformes. Por el contrario, un gran valor de centralización estaría indicando que hay jerarquías en las relaciones sectoriales.

Por su parte, Aroche (2009) menciona las dos maneras en que la literatura ha abordado el tema de la innovación y el cambio tecnológico en relación a la MIP: la simulación y el análisis de estática comparativa. Él sostiene que la red de relaciones que está implícita en una MIP facilita, en mayor o en menor medida, la conexión entre los sectores productivos. Esta estructura, a su modo de ver, se modifica lentamente sólo en el largo plazo y como consecuencia de los cambios tecnológicos en cada rama, lo que afecta los coeficientes técnicos de la matriz de requerimientos directos de insumos y de valor agregado alterando la arquitectura de la red. Sin embargo, luego reconoce, sumándose a lo que mencionan otros autores citados en esta tesis, que los coeficientes técnicos pueden cambiar también por una variación en la mezcla de productos o actividades incluidas en una rama, por el cambio en el grado de utilización de la capacidad instalada, por cambios en los precios relativos, por cambios en la metodología de construcción de las tablas o bien por errores estadísticos (Fontela y Pulido (1991), Vaccara (1970)).

Los resultados a los que arribó Aroche son que en la economía europea es el subsector de industrias de alta tecnología el que se encuentra mejor articulado, la difusión tecnológica es más rápida y tal articulación es la más relevante para el sistema en su conjunto. Por otra parte, los sectores de baja tecnología adoptan rápidamente las innovaciones si están más cerca de los sectores más tecnificados.

Por su parte, el trabajo de Oberfield (2014) desarrolla una teoría en la que la estructura de la red de producción es el resultado endógeno de las elecciones individuales y estudia cómo estas decisiones dan forma a la productividad y a la organización de la producción. En su modelo, los empresarios producen con mano de obra y sólo un insumo intermedio por lo que la decisión clave es la adopción de tecnología más innovadora, la cual dependerá del análisis costo-efectividad de la misma. La innovación es la llegada de una nueva técnica y representa tanto una nueva forma para producir un bien como un nuevo uso para un diferente producto. Hay técnicas que no son actualmente rentables por su costo, pero el mismo puede caer en el futuro. A medida que se descubren nuevas técnicas, los precios se ajustan, los empresarios sustituyen proveedores y el ahorro de costos se difunde a través de la red, por lo que las decisiones individuales determinan colectivamente la estructura de equilibrio de insumo-producto de la economía.

También arriba a la conclusión de que cuando la proporción de bienes intermedios en relación a la mano de obra en la producción es alta, proveedores estrellas (en el sentido de que es el centro de una red porque abastece a varios sectores productivos) emergen endógenamente. Para que un empresario pueda ser un proveedor estrella, debe haber muchos otros empresarios que disponen de técnicas que utilizarían su bien como insumo dependiendo del precio que cobra. Incluso, cuando hay poca variación en los precios que estos empresarios requieren, todavía puede haber grandes diferencias en cuanto al impacto en el medio ambiente, por ejemplo, lo que determina la prevalencia de los proveedores estrella en la participación de los bienes intermedios en la producción en relación a la mano de obra. ¿Por qué la proporción de bienes intermedios juega el papel clave? Porque cuando un empresario selecciona un proveedor, considera tanto la productividad específica como el costo de los insumos asociados a cada una de sus técnicas. Cuando la proporción de bienes intermedios en la producción es pequeña, el costo de las entradas es menos importante porque menos se gasta en la compra de

insumos. Por lo tanto, la elección del proveedor estará menos impulsada por los costos de producción de sus potenciales proveedores. A la inversa, cuando la participación de los bienes intermedios es grande, los empresarios con bajos costos de producción son seleccionados como proveedores de forma más sistemática, y por lo tanto tienen más probabilidades de ser proveedores estrellas.

La aparición de proveedores estrella afecta la productividad agregada en el siguiente sentido: las selecciones de los empresarios determinan conjuntamente las cadenas de suministro utilizadas para producir cada bien. La productividad agregada depende de la productividad específica de la técnica utilizada en cada paso en cada una de esas cadenas de suministro. Con una cuota de bienes intermedios más grande, en equilibrio, más de estas cadenas de suministro son encaminadas a través de las técnicas más productivas en la economía aumentando la productividad agregada.

En el trabajo se estudia cómo la estructura de la red evoluciona con el tiempo y cómo la arquitectura input output existente determina el impacto de las nuevas técnicas. El modelo predice que empresarios con bajos costos de producción tienden a permanecer con sus proveedores más respecto de aquellos con altos costos, ya que los primeros son menos propensos a descubrir técnicas más rentables que las que ya están utilizando. Además, los empresarios que cambian proveedores crecen más que los que mantienen el mismo proveedor. Esto informa acerca de la cuestión más amplia de cómo los ahorros en los costos de las nuevas técnicas se difunden a través de la red. Un empresario con un bajo costo de producción es poco probable que encuentre una nueva manera de bajar el costo para producir y, si lo hace, la reducción de costos es probable que sea pequeña. Sin embargo, el costo caerá cuando su proveedor encuentre una nueva técnica más rentable. Porque él es probable que tenga muchos clientes (por su ya bajo coste de producción), y puede transmitir esos ahorros a muchos otros empresarios.

Por su parte, Mohnen (1997) se concentra en el tema de los spillovers y su rol en las patentes y en el comercio. Compara los efectos indirectos de I&D con derrames de productividad utilizando como medida las tasas de crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) en otros sectores de la economía (que identifica según la MIP), siendo el segundo de estos elementos el que explica mejor la desaceleración de la PTF.



En tanto, Johnson (2015) hace dos modelos: uno para Estados Unidos de economía cerrada y otro para 72 países. Demuestra que la fuente del crecimiento económico es el efecto derrame del learning by doing, anteriormente desarrollado por Arrow (1962), entre los trabajadores de una determinada profesión independientemente de la industria para la que están trabajando. Este derrame depende de cuán similares sean las industrias entre sí y de la intensidad de ocupación de esos trabajadores por parte de cada una. Las industrias serían los nodos de la red de efectos de aprendizaje inter-industrial y la fuerza del enlace entre ellos corresponde al tamaño de estos derrames. La importancia en la que cada industria contribuye al crecimiento económico global a largo plazo depende de si está en el centro de la red.

Además, sostiene que en los países pobres las fallas de mercado o del gobierno impiden, en parte, estos derrames. Finalmente, el autor amplía sus conclusiones al comercio internacional sosteniendo que si los países ricos tienen una ventaja comparativa en industrias de alto crecimiento (es decir, industrias con grandes externalidades de learning by doing) mientras que los países pobres tienen una estática ventaja comparativa en industrias de bajo crecimiento, entonces el comercio internacional entre países ricos y pobres aumentará el crecimiento, pero sofocando a estos últimos por el crecimiento de los primeros.

Los efectos indirectos de aprendizaje inter-industria que, endógenamente, resultan del modelo conectan este trabajo con una literatura floreciente recientemente sobre las implicaciones macroeconómicas de la red estructural entre las industrias. Sin embargo, la red de industrias en el trabajo de Johnson no se basa en la MIP sino en las industrias que aprenden unas de otras, donde el tamaño del spillovers entre las mismas depende de su similitud. En este sentido, el presente trabajo complementa la mencionada obra de Hidalgo y otros (2007), en la que, usando una metodología muy diferente, se imaginan industrias que conforman una red (que llaman el “espacio de producto”) en la que un enlace entre dos de ellas representa la superposición en las capacidades necesarias para producir en esas industrias. Esta teoría se mencionará más adelante en el apartado relacionado a las redes y su vinculación con el comercio internacional.

Como ejemplo de la diferencia entre la MIP y la red de la que los mencionados autores hablan, citan a la industria del petróleo. En términos de la estructura de insumo

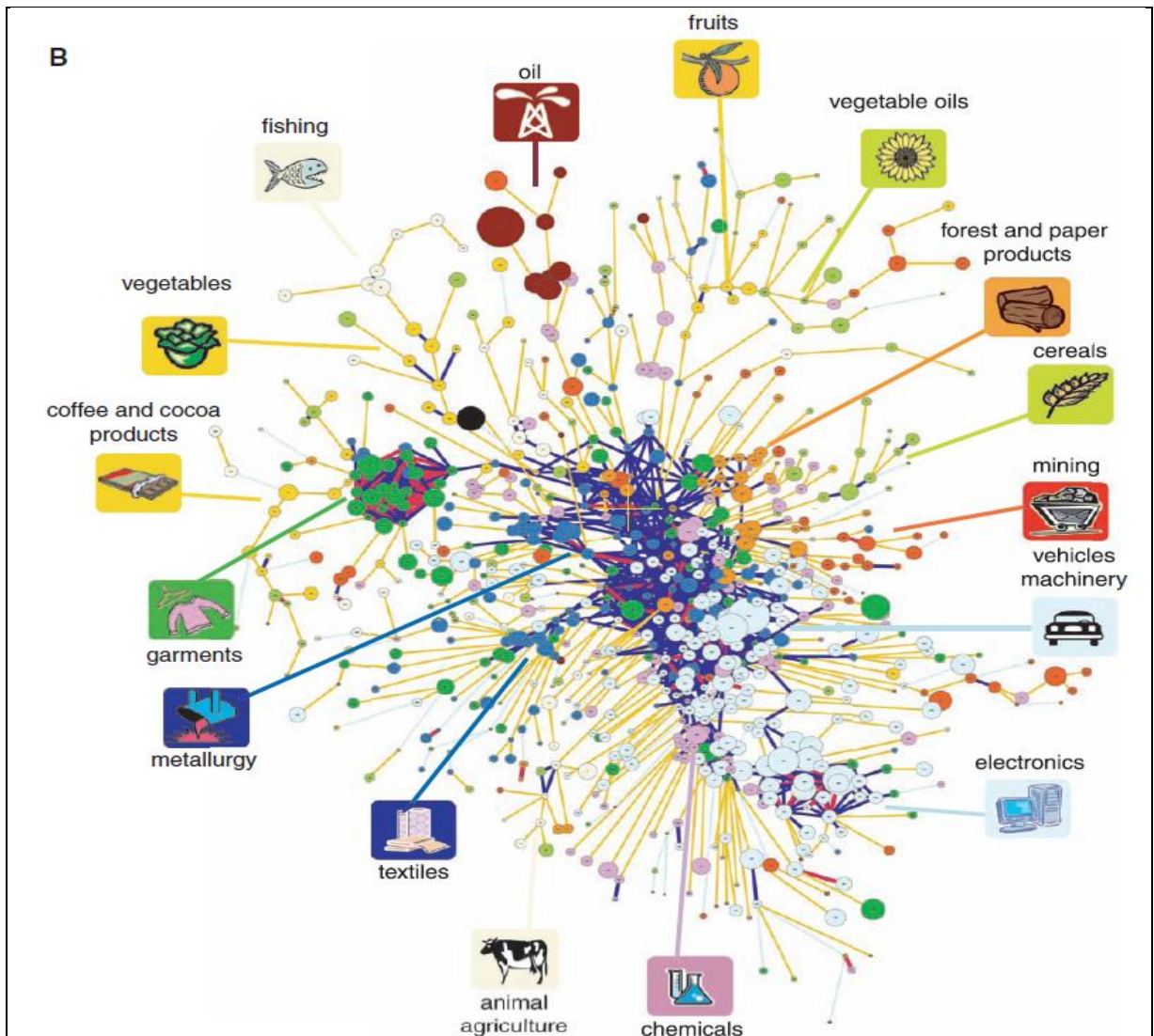
producto de la economía, muchas industrias utilizan petróleo, por lo que el mismo tiene un lugar central en la red y un modelo de desarrollo a largo plazo que hace hincapié en los vínculos de insumo producto implicaría que si un país lo produce estimulará el desarrollo en esas otras industrias. En contraste, el trabajo de Johnson hace hincapié en el hecho de que la industria petrolera tiene muy poco en común con la mayoría de otras industrias en cuanto a las habilidades que los trabajadores petroleros desarrollan. Por lo tanto, en el marco de su teoría, la industria petrolera está en la periferia de la red.

### **1.2.2. Redes y comercio internacional**

Un uso diferente de la información de la red de la MIP lo proponen Hidalgo y otros (2007), quienes sostienen que las economías crecen mediante la mejora del tipo de producto que exportan. Estudian la red de parentesco entre los productos, que ya se ha adelantado a la que se refieren como espacio del producto, encontrando que los bienes más sofisticados se encuentran en núcleos densamente conectados, mientras que los de menor grado de elaboración se hallan en la periferia en regiones menos conectadas (Figura N° 1).

Demuestran que los países se mueven hacia bienes próximos a los que están actualmente especializados adaptando la tecnología, las instituciones y las habilidades. Es interesante destacar que uno de sus hallazgos empíricos es que los países más desarrollados (en términos de producir bienes y servicios de alto valor agregado y posición predominante en el mercado global) están asociados a matrices de producción muy diversas, lo que técnicamente implica una MIP de gran diámetro (sectores con muchos grados de separación entre sí). La hipótesis que sostiene esta teoría es que, en general, los países que demuestran capacidad produciendo bienes complejos lo son también produciendo cualquier otro bien.

**Figura N° 1:** El espacio del producto



**Fuente:** Hidalgo y otros (2007)

**Nota:** El color de los enlaces está relacionado con el valor de su proximidad. El tamaño de los nodos es proporcional al comercio mundial y sus colores fueron elegidos de acuerdo a la rama de actividad.

Los autores argumentan que en la teoría económica hay pocos modelos que expliquen la especialización de los países y su implicancia en el crecimiento, más allá del conocido, basado en la dotación relativa de factores y del que explica la diferencia en el crecimiento de los países, según sea la adopción de tecnología en cada uno. Ellos agregan una idea a esta discusión, analizando mediante redes la relación entre los productos en que se especializan. En teoría, muchos posibles factores pueden causar la relación entre los productos, tales como la intensidad de los factores como el trabajo; la tierra y el capital; el nivel de tecnología; la sofisticación; las entradas o salidas que intervienen en la cadena de valor de un producto y las instituciones.

Hidalgo y otros (2007) proponen un enfoque basado en la idea de que si dos productos están relacionados, ya sea que requieren instituciones, infraestructura, factores físicos y tecnología similares, entonces tenderán a ser producidos en forma conjunta, mientras que los bienes altamente disímiles son menos propensos a ser producidos juntos. Basan la medida de similitud entre los productos en la probabilidad de que haya una ventaja comparativa revelada (RCA) en esa producción. Para el cálculo de estas probabilidades utilizan datos de comercio internacional, y construyen una matriz de proximidad entre cada par de mercancías que abarca 775 productos. El mapa obtenido puede ser utilizado para observar la evolución de la productividad de la estructura de un país. Los resultados, a los que arribaron, indican que los países industrializados se ocupan del centro del mapa ya que están especializados en una serie de productos estrechamente relacionados, tales como maquinaria, productos metálicos y productos químicos. También tienen una participación considerable en los productos más periféricos como los textiles, forestales y la producción agropecuaria. Los países de Asia Oriental han desarrollado RCA en algunos grupos distintos a lo largo de la periferia con productos tales como prendas de vestir y electrónica. Por su parte, América Latina y el Caribe se dedican más a producciones que están en la periferia, participando en la minería, la agricultura y el sector de la confección. Por último, Sub-África Subsahariana exporta muy pocos tipos de productos, todos los cuales están en la periferia. Resumiendo, cada región tiene un patrón distinguible de especialización en el espacio del producto.

Finalmente, los autores sugieren que la falta de conexión en este mapa puede explicar las dificultades que enfrentan los países que tratan de converger hacia los niveles de renta de los más ricos. Por ende, si las economías son capaces de extenderse exclusivamente a los productos cercanos, pero éstos están suficientemente conectados con otros, entonces, después de varias iteraciones, los países podrían alcanzar partes más ricas del espacio del producto. Por otro lado, si el espacio del producto está suficientemente desconectado, los países no podrán encontrar caminos hacia la parte más rica, independientemente de cuántas iteraciones se hagan. Concluyen que los países más pobres tienden a ubicarse en la periferia del espacio de producto en el que la evolución hacia nuevos productos es más difícil de lograr. Ello significa que no todos tienen las mismas oportunidades de desarrollo, por lo que destacan que, entre los países con niveles similares de desarrollo y de sofisticación de la exportación, hay una variación significativa en el conjunto de opciones implícitas en su estructura productiva

actual, con algunos de ellos en el camino hacia la transformación estructural y el crecimiento continuo, mientras que otros están atrapados en lo que los autores definen como “un callejón sin salida”. Estos resultados son muy valiosos a la hora de hacer política económica.

En otro trabajo, Schiavo y otros (2010) aplican la teoría de redes a datos de comercio internacional para analizar los caminos divergentes seguidos por diferentes economías emergentes. En tanto, De Benedictis y otros (2013) construyen la red comercial del mundo con información sobre el comercio internacional y describen su estructura y relaciones.

También Cerina y otros (2014) trabajan con una MIP mundial bajo la hipótesis de una economía cada vez más integrada, lo que determina que la MIP nacional ya no sea suficiente para explicar fenómenos como la fuerza o debilidad de una economía individual, las soluciones a crisis financieras ni los cambios climáticos. Con estos cálculos demuestran que la mayor parte de las transacciones interindustriales se dan dentro de la frontera de un país y que Alemania es el centro de las relaciones de entrada y salida en la MIP mundial. Este instrumento también les sirvió para explicar cómo las economías se resintieron luego de la crisis de 2008. Los autores creen que también se pueden hacer MIP para regiones como la Unión Europea o los países que conforman el NAFTA. Concluyeron que, en general, los núcleos se concentran sobre todo en las manufacturas de origen agropecuario, minería, alimentos, metales, construcción, finanzas, negocios y servicios públicos. Con el tiempo, en las economías más desarrolladas los servicios se han convertido en los núcleos y el sector primario se ha vuelto menos central. Este sector sólo se ha mantenido como núcleo en unas pocas economías emergentes lo cual, como bien remarcan ellos, es consistente con los hechos estilizados de Kuznets.

El tema de las economías emergentes y su patrón de comercio dinámico es abordado también por McNerney y Kryazhimskiy (2009), quienes revisan las propiedades de la red de insumo-producto para identificar patrones en varias economías de este tipo y en diferentes momentos del tiempo. Ellos consideran que no es tanto la topología de la red lo que importa, sino el tamaño del flujo y las fortalezas de cada sector. Observan que las

redes de entrada y salida son muy asimétricas en cuanto al tamaño del flujo. También destacan medidas de centralidad y de estructura de la red.

En tanto, Hanson y otros (2005) sostienen que el crecimiento del comercio mundial en general se debe, en gran medida, al rápido aumento del comercio de insumos intermedios. Utilizan datos de empresas multinacionales de Estados Unidos para examinar el intercambio de estos insumos necesarios para el procesamiento que se da entre las empresas matrices y sus filiales extranjeras. Entre las principales conclusiones se encuentra que la demanda de insumos importados es más alta cuando las filiales enfrentan menores costos comerciales, salarios más bajos de mano de obra menos calificada y cuando las tasas de impuesto sobre la renta corporativa son inferiores.

### **1.2.3. Redes y flujos financieros**

La estructura productiva puede también afectar al sector financiero. Bigio y La'O (2013) utilizan la estructura de insumo-producto de una economía para ver la implicancia que tienen las fricciones financieras en la actividad agregada. Resuelven un modelo general de estructuras de entrada-salida, como el de Acemoglu y otros (2012), para demostrar que las quiebras bancarias y el aumento de los costos de financiamiento e intermediación se propagan y que el colapso del mercado financiero tiene un efecto sobre la producción y el desempleo que depende de la estructura de la red de producción.

En su trabajo, se argumenta que las fricciones financieras pueden tener mucho más poder en la explicación de la caída de la producción agregada cuando se toma en cuenta el hecho de que las empresas se involucran en una sustancial cantidad de comercio con otras, por lo que el shock financiero se traslada entre ellas. Encuentran que en una economía de tipo horizontal las empresas producen y operan en forma aislada, en donde sus productos individuales se agregan en un bien final. En la economía vertical, en cambio, las empresas están dispuestas en una cadena de valor donde cada una compra el bien producido por la otra que está aguas arriba y lo utiliza como insumo para producir bienes que vende aguas abajo. Los autores sostienen que, sin fricciones en estas dos economías, se llega al mismo equilibrio de asignación eficiente. Entonces quieren ver

cómo cambian las asignaciones cuando las empresas están sujetas a restricciones de liquidez, hallando que transacciones más verticales implican que se necesita más liquidez en el agregado, ya que en una economía horizontal sólo es necesario tener suficientes fondos para financiar el valor agregado propio de cada empresa.

Otro de sus resultados es que el impacto de las restricciones financieras difiere según la ubicación de la empresa en la red. En las economías verticales, las empresas ubicadas más abajo tienen mayor impacto en la producción agregada, así como en las distorsiones agregadas. Es decir, el endurecimiento de las restricciones en las empresas aguas abajo conduce a una mayor disminución de la producción que un endurecimiento de las restricciones en empresas que están al inicio de la cadena de valor. Por último, introducen la idea de un multiplicador de liquidez que definen como la disminución de la producción debido a una caída uniforme en la liquidez, encontrando que este indicador en la economía vertical es mayor que en la economía horizontal. Por lo tanto, el endurecimiento de las restricciones en la economía vertical conduce a una mayor caída de la producción que en la economía horizontal, ya que cuando una empresa en una economía vertical recibe un shock financiero, éste actúa como un shock adverso en la demanda de sus proveedores y como un shock adverso en la oferta de sus clientes.

Otro ejemplo de la literatura de red y la incorporación de análisis de sistemas complejos es Harmon y otros (2009), que destaca la existencia de interdependencias entre los sectores de la economía en lo que se refiere a lo financiero. El resultado de su investigación es que cuando los elementos de un sistema están conectados no pueden ser evaluados de forma independiente sólo por los bucles de retroalimentación. Ellos sostienen que los políticos no reconocen que los problemas en un sector pueden ser perjudiciales para el sistema en su conjunto; entonces, enuncian que el análisis de la red pone de relieve la fragilidad de algunos sectores de la economía cuando se expone a un sistema financiero desregulado, en la que una tensión local podría tener efectos cascada en el sistema en su conjunto.

En un camino intermedio, y más amplio conceptualmente, Kirman (2010) sugiere que la economía debe considerarse como un complejo sistema adaptativo en el que los agentes constantemente influyen y son influenciados por los otros individuos en la economía. En tales sistemas, el comportamiento del agregado no puede ser deducido a partir del

comportamiento de la media o individuo "representativo". Explica su enfoque al señalar que los modelos macroeconómicos estándar no han incorporado la posibilidad de una crisis financiera como la que se observó en el año 2008. Kirman utiliza el análisis de red para capturar el hecho de que la economía es un sistema de agentes que interactúan y la naturaleza de esta red gobierna los resultados agregados.

#### **1.2.4. Redes y política económica**

Sin lugar a dudas, los resultados de los modelos mencionados en los apartados anteriores son de gran utilidad para los hacedores de política, ya que permiten analizar la red de producción y/o de innovación que hay detrás de las cadenas de valor e identificar cuáles son los sectores claves o centrales en la economía. Sin embargo, no se enfocan de lleno en esta perspectiva política. Un autor que sí lo hace es Rodrik (2005). Su definición de una política industrial no se limita a un instrumento para corregir los fallos del mercado en la industria, sino que consiste en un estratégico mecanismo de cooperación entre el sector público y el sector privado. Para él, el objetivo de la política industrial debe ser pensado en cómo conseguir el proceso político adecuado y no sólo llegar a un determinado resultado. Se deben identificar las distorsiones relevantes que tienen lugar en el sistema industrial y superar las asimetrías de información a través de redes que comunican a las empresas con el sector público, con el fin de mejorar la articulación entre sí para canalizar los recursos a fin de aumentar y mejorar la producción.

Otros investigadores que aportaron a la discusión son Alatraste Contreras y Fagiolo (2014). Su trabajo propone estudiar las propiedades de la MIP, reconociendo las interacciones y complementariedades entre los sectores para el diseño de una política industrial que corrija las externalidades y promueva la actividad de algunos sectores en particular, como son los que tienen alta centralidad, ya que pueden difundir los recursos a una mayor cantidad de otros sectores y detectar la posibilidad de sustitución de insumos. Los nodos más conectados van a ser seleccionados de acuerdo con ciertas métricas de la red. En particular, los autores se interesan en la conectividad de un nodo, su centralidad y su posición crítica en la red para permitir la propagación de una intervención tal como una política industrial.



Los autores proponen desarrollar un modelo sustentado en agentes (ABM) basándose en las propiedades del sistema económico, reconociendo que los mismos no son perfectamente racionales y que actúan en un marco de información incompleta. Entonces, los ABM se vuelven útiles para entender cómo es la interacción entre los mismos y con el medio y ver el efecto a gran escala a partir de la simulación de diferentes escenarios que pueden revelar las consecuencias dinámicas de los supuestos y las reglas.

Por otra parte, Mattila (1999) utiliza una red de relaciones políticas como una herramienta para analizar las decisiones de esa índole en cuanto a procesos y toma de decisiones en Finlandia. Argumenta que los enlaces de red son más probables cuando los agentes tienen preferencias políticas similares. En tanto, Albino y otros (2001) usan la MIP para explicar cambios en la oferta local y global de la economía y para ver el tema de la “economía verde”, considerando el uso de energía de cada sector con el fin de diseñar políticas en ese sentido.

### **1.2.5. Redes y ciclos**

Algunas contribuciones recientes han modelado la relación entre las redes y los ciclos económicos. La primera obra digna de mención podría ser Bak y otros (1993), quienes investigan cómo las fluctuaciones en la economía global pueden resultar de pequeños shocks independientes en sectores particulares, dada la interacción de compra y venta entre las unidades productivas y la tecnología no convexa). Ellos mencionan el “rompecabezas” que significa explicar la inestabilidad observada en el agregado económico a partir del análisis microeconómico. El origen de estas fluctuaciones puede ser estocástico y debido a grandes variaciones en la sincronización de la producción o del consumo de los hogares. Sin embargo, estos cambios debieran anularse según la Ley de los Grandes Números cuando el número de sectores afectados por el shock es lo suficientemente grande. Vale recordar que esta ley enuncia que el promedio de una serie de variables aleatorias (en este caso serían los shocks económicos) converge al promedio de sus esperanzas. Sostienen que los efectos agregados se darían si los shocks afectan a muchos sectores y son de igual signo, por lo que no se anularían como sostiene el Teorema del Límite Central. Dicho teorema demuestra que la suma de  $n$  variables aleatorias independientes de varianzas distintas de cero pero finita (en nuestro

caso serían los shocks económicos), la función de distribución de esa suma se aproxima a la de Gauss, lo que ocurre si  $n$  es lo suficientemente grande. Por lo tanto, se necesitan grandes shocks agregados que afecten a varias partes de la economía para que se produzca un efecto en el agregado. El shock puede venir de una política pública que tiene gran alcance en el sistema económico, siempre y cuando los agentes no neutralicen los efectos de la misma con sus acciones. Por eso, se habla en la última década de otros tipos de shocks como son los tecnológicos o de hábitos de consumo aunque no tan globales, o de fluctuaciones agregadas en economías intrínsecamente inestables independientemente de los shocks que pudieran sufrir.

Por otro lado, Conley y Dupor (2003) sostienen que las relaciones de entrada-salida proporcionan una medida de “distancia económica” entre sectores productivos, que se utiliza para caracterizar sus interacciones. Construyen dos medidas diferentes de distancia económica. Una que implica que dos sectores están cerca uno del otro si utilizan insumos de otros sectores industriales en casi la misma proporción, y la otra que sostiene que los sectores están cerca si los productos que fabrican son utilizados por los mismos sectores y finalmente, construyen un modelo que relaciona la covarianza del crecimiento de la productividad en todos los sectores como una función de la distancia económica y encuentran que la covarianza intersectorial del crecimiento de la productividad genera una fracción sustancial de la variación en la productividad agregada.

Desde una perspectiva más moderna se puede citar el trabajo de Gabaix (2011), quien argumenta que los shocks idiosincráticos que implican variaciones en la productividad a nivel de empresa, pueden explicar una parte importante de las fluctuaciones globales y proporcionar una microfundamentación de los resultantes shocks a nivel agregado, ya que no se compensan en el conjunto. La hipótesis es que si la distribución de los tamaños de las empresas es de tipo cola pesada puede darse que los shocks en las empresas grandes (a las que denominan “granos”) expliquen las variaciones en el crecimiento del producto. Cada empresa no es igual a la otra, por lo tanto su producción no es igual a una enésima parte del PBI y su desvío estándar no es idéntico, por lo que la ley de los grandes números no sería aplicable. El tamaño de las empresas lo mide por el índice de ventas de Herfindahl. El autor propone una nueva aplicación del concepto de “animals spirits”, argumentando que habría que estudiar a las grandes empresas para

explicar muchas cuestiones de la macroeconomía como cambios en las exportaciones o en la balanza comercial.

En tanto, Burlon (2012) analiza la volatilidad agregada de una economía con datos de Estados Unidos, en donde sus agentes están conectados en red por lo que perturbaciones idiosincráticas pueden generar fluctuaciones agregadas no triviales. Demuestra que la volatilidad agregada depende de la estructura de la red de la economía de dos maneras. Por un lado, si el shock se da en los sectores menos conectados, menor es la volatilidad agregada, mientras que si se da en el más concentrado de la red, mayor será la misma.

Carvalho (2012) realiza también una revisión de los recientes modelos de redes de producción enfocándose en la propagación de los shocks. Utiliza el modelo de Acemoglu y otros (2012), el que será ampliado en el capítulo IV de esta tesis. Propone una metáfora del cierre de un aeropuerto central, en el sentido de que de allí parten y arriban un sinnúmero de vuelos, lo que implica que ello afecta a la aeronavegación en general, para explicar que a nivel macro el efecto de un shock se propaga a nivel macro y crean fluctuaciones del agregado y esto sucede cuando en la red de insumo producto prevalecen unos pocos hubs (sectores concentradores de actividad). Identifica producciones clave a través de indicadores de centralidad de intermediación, la correlación entre los lazos entrantes y salientes, la distancia y el diámetro de la red usando datos de Estados Unidos y de la OCDE. Analiza el indicador de centralidad de pagerank (referido a la cantidad de veces que un nodo es visitado) a nivel de firma y de sector económico. También se pregunta si se pueden sincronizar los ciclos a nivel internacional considerando una MIP mundial.

Sin dudas, uno de los aportes más importantes es el citado de Acemoglu y otros (2012), quienes ofrecen un estudio exhaustivo del comportamiento de la volatilidad global en términos de las propiedades estructurales de la red de insumo producto. Como herramienta empírica utilizan la estructura de interconexiones implícita en la MIP de EE.UU., publicada en 2002 por la Bureau of Economic Analysis (BEA) con el fin de probar cómo las interconexiones en esa matriz relacionan la variabilidad sectorial con la volatilidad agregada. De manera más puntual, analizan la matriz de requerimientos directos de productos básicos, que comprende 423 productos. Los sectores típicos

incluidos son bien amplios, por ejemplo, semiconductores y fabricación de dispositivos, comercio, transporte, publicidad y servicios relacionados, entre otros.

Ellos concluyen que la naturaleza de las relaciones de insumo-producto entre los diferentes sectores puede transformar shocks idiosincráticos en un sector en fluctuaciones a nivel agregado. Así demuestran que la asimetría en el papel de los diferentes sectores proveedores de insumos está estrechamente relacionada con la volatilidad agregada de la economía. En particular, la alta variabilidad en los roles de los proveedores de los sectores de bienes intermedios conduce a un mayor nivel de volatilidad agregada (logaritmo del valor agregado), que se interpreta como la producción total de sectores económicos interrelacionados en un esquema de competencia perfecta. Esta medida es una combinación convexa de los logaritmos de los shocks de productividad sectoriales, ponderados por la importancia estructural de cada sector dentro de la red (centralidad), lo que determina que los shocks de productividad de los sectores más centrales en la MIP influyan en mayor medida en la determinación del nivel global de actividad económica respecto a otros en sectores menos centrales. Esto se debe al hecho de que en presencia de las interconexiones entre las empresas, un shock de oferta en el sector  $i$  se propaga a través de la red a los clientes de  $i$ , a los clientes de sus clientes y así sucesivamente, lo que lleva a un efecto cascada, mencionado anteriormente, que va más allá de su efecto inmediato sobre la productividad de  $i$ , mientras que un shock de demanda se propaga, multiplicándose de igual manera pero aguas arriba.

Luego se caracteriza la forma en que la estructura de la red de la MIP de una economía afecta la distribución de la producción total. Se demuestra que en una economía donde las relaciones insumo-producto exhiben, por ejemplo, una distribución exponencial en los tamaños de los sectores, llamada de tipo “cola pesada”, en donde existen pocos sectores muy grandes y muchos sectores muy pequeños, los shocks de productividad pueden provocar una profunda recesión. Específicamente, una red con distribución exponencial implicaría una red con sectores de tamaños diversos aunque con baja disparidad (los más grandes no están tan alejados en tamaño de los más pequeños). En ese sentido, el trabajo proporciona una nueva solución a lo que Bernanke y otros (1996) refieren como el "rompecabezas de pequeños shocks, grandes ciclos" para argumentar que la interacción entre la estructura de la red subyacente de la economía y la

distribución de los shocks de productividad son importantes en la determinación de la naturaleza de las fluctuaciones agregadas.

En tanto, Acemoglu y otros (2013) analizan los orígenes de grandes crisis económicas como la Gran Depresión de 1929. Argumentan que hay dos explicaciones: la primera sostiene que las fluctuaciones en la actividad económica agregada son el resultado de grandes shocks exógenos que afectan a muchas empresas, consumidores y trabajadores dentro de la economía. Un shock puede ser de tipo tecnológico, como el considerado por Kydland y Prescott (1982) encontrando que se requieren varios períodos para construir nuevos bienes de capital y solamente los bienes de capital finales son parte del stock productivo de capital y que la producción, la inversión, el consumo, la productividad del trabajo y el stock de capital varían proporcionalmente, mientras que hay leves variaciones en el empleo cuando la tecnología aumenta en el tiempo, llegando al estado estacionario. Analizan las covarianzas entre esas variables y su efecto sobre el ciclo económico. También el origen de las grandes crisis puede estar basado en otro tipo de factores estocásticos (cambio en el precio relativo de los inputs, por ejemplo) que afectan la eficiencia de la macroeconomía a través de su impacto sobre la inversión, las importaciones, la productividad del trabajo, el capital y el consumo (Cooley y Prescott, 1995). La segunda explicación, en cambio, argumenta que las grandes crisis económicas son resultado de la amplificación de pequeños shocks iniciales debido a la presencia de imperfecciones en el mercado de mano de obra, capital o producto.

Acemoglu y otros (2013) ofrecen una tercera causa de las grandes caídas en la actividad económica agregada, que es la que se relaciona con esta tesis. Ellos establecen que la estructura de vínculos intersectoriales de la MIP puede cambiar la forma de la distribución de la producción total haciendo que la probabilidad de que ocurran esas recesiones aumente desde infinitesimal a sustancial. Si la economía es equilibrada, es decir que todos los sectores tienen más o menos papeles simétricos en cuanto a centralidad como proveedores de insumos a otros, la probabilidad de una gran desaceleración es infinitesimal, independientemente de la distribución de las perturbaciones idiosincráticas a nivel micro. En cambio, si la estructura de MIP no está equilibrada, la probabilidad de una gran recesión es mayor y ya no es independiente de la naturaleza de los shocks sectoriales. De esta manera, según los autores, las grandes recesiones son mucho menos probables en una economía que consta de  $n$  sectores que

no interactúan. En particular, dada la ausencia de un proveedor dominante, sólo una fracción de los sectores se vería afectada por un gran shock de productividad negativo, un evento que se produce con una probabilidad mucho menor.

Luego de demostrar que las interconexiones entre diferentes sectores pueden funcionar como un mecanismo de propagación de los shocks idiosincráticos en toda la economía, pasan a estudiar si, y hasta qué punto, la presencia de este tipo de relaciones de insumo-producto intersectoriales puede conducir a grandes fluctuaciones agregadas. Para responder a estas preguntas plantean una secuencia infinita de economías indexadas por el número de sectores y estudian las propiedades de distribución de la producción total cuando  $n$  tiende a infinito.

La importancia de esta observación radica en parte en su contraste con un resultado de Acemoglu y otros (2012), que muestra que, bajo condiciones bastante generales, la producción total tiene una distribución asintóticamente normal con independencia de la distribución de las perturbaciones microeconómicas. En otras palabras, Acemoglu y otros (2013) demuestran que dos economías con diferentes distribuciones de shocks pueden experimentar grandes recesiones con significativamente diferentes frecuencias, aun cuando la producción total de ambas economías tenga la misma volatilidad y distribución asintótica. La volatilidad del agregado, en esencia, sólo captura la naturaleza de las fluctuaciones "cerca de la media". Esto plantea la posibilidad de que la desviación típica, o la varianza del logaritmo del valor agregado no puedan informar sobre la probabilidad y frecuencia de las grandes caídas en el PIB. De hecho, como ya se dijo, sostienen que dos economías pueden experimentar grandes recesiones con significativamente diferentes frecuencias, a pesar de que exhiben idéntico comportamiento en términos de volatilidad agregada. Además, ellos introducen una métrica para cuantificar la probabilidad de grandes crisis económicas, considerando que una medida natural es la probabilidad de que la producción agregada caiga por debajo del umbral.

Como ya se ha mencionado, el trabajo de Acemoglu (2013), en lugar de utilizar la volatilidad del PIB como la medida de las fluctuaciones agregadas, pone el foco sobre la probabilidad de grandes crisis económicas. Sus resultados establecen que no sólo la volatilidad agregada puede no ser una medida particularmente útil de la frecuencia y la

profundidad de grandes recesiones, sino también que es la interacción entre la forma de las distribuciones de shocks a nivel micro y la estructura de la red de insumo producto, lo que tiene mayor importancia. Arriban al resultado que el logaritmo del valor agregado que, por simplicidad, se asume como la producción total, es una combinación convexa de los logaritmos de los shocks de productividad sectoriales, con los ponderadores dados por las centralidades correspondientes. En otras palabras, la probabilidad de una gran caída en la producción total no es independiente de la distribución de los shocks microeconómicos, ya que demuestran que grandes crisis pueden surgir con significativamente diferentes frecuencias dependiendo de si los shocks tienen distribuciones normales o exponenciales. Esto contrasta con el hecho de que tanto la volatilidad agregada como la distribución asintótica de la producción total, que es normal por el teorema del límite central, son invariantes con respecto a la distribución de los shocks.

Resumiendo, establecen que la volatilidad agregada no es necesariamente una estadística suficiente para analizar la probabilidad de grandes recesiones ya que, dependiendo de la forma de la distribución de los shocks idiosincráticos, diferentes características de la red de insumo producto de la economía pueden ser de suma importancia. Además, los efectos de las relaciones intersectoriales y la naturaleza de la idiosincrasia de los shocks sobre la producción agregada no son separables. Por el contrario, la probabilidad de grandes crisis económicas se determina por la interacción entre los dos. Más específicamente, se muestra que a pesar de que algunas economías exhiben grandes desviaciones en presencia de shocks normalmente distribuidos, ellas pueden experimentar descensos más frecuentes de su producto agregado (comparado con las economías equilibradas) cuando los shocks se distribuyen exponencialmente.

Por su parte, Acemoglu y otros (2015) continúan con la idea de que la propagación de los shocks microeconómicos a través de redes de insumo producto puede ser un motor de las fluctuaciones macroeconómicas, ya que las perturbaciones se propagan aguas arriba y aguas abajo. Analizan el efecto sobre la economía de la transmisión en el corto plazo de cuatro tipos de choque a nivel industria: dos a nivel micro, como son el cambio en el gasto público y una variación en las importaciones de China; y dos a nivel macro, como son cambios en la productividad total de los factores y en el stock del conocimiento procedente de patentes extranjeras. Para esta demostración empírica,

continúan con los supuestos de trabajos anteriores acerca de funciones de producción y de preferencias de los consumidores de tipo Cobb Douglas.

La teoría de Acemoglu y otros (2015) predice que los shocks de oferta se propagan aguas abajo mucho más poderosamente que aguas arriba. En cambio, los shocks de la demanda se propagan aguas arriba con mayor intensidad que aguas abajo. Esto es lógico porque el sector que ve afectada su demanda por el shock deberá adaptar la compra de sus insumos a sus proveedores, en tanto que si el shock es de oferta, lo que se afecta con mayor intensidad es a los clientes que deberán absorber esa mayor disponibilidad de bienes. Esto lo comprueban mediante una simulación por el método Monte Carlo. Además, calculan un multiplicador del efecto del shock para calcularlo en términos del producto agregado, que lo estiman como el tamaño del impacto total del aumento de la producción en relación al tamaño del impacto directo. También estudian cuál es el efecto de los shocks a nivel geográfico, ya que disponen de datos regionales que en la mayor parte de los países no están disponibles porque se construyen MIP sólo a nivel nacional.

Los autores citan a Lucas (1977), quien sostenía que por la Ley de los Grandes Números, los shocks idiosincráticos a nivel micro tienden a compensarse y no producen fluctuaciones macroeconómicas en el agregado. Luego, como se expuso anteriormente, Gabaix (2011) y otros autores sostuvieron que esta ley puede no verificarse, por lo que se producirían fluctuaciones en el agregado, dependiendo de la estructura de la MIP y de la importancia de los sectores que sufren el shock y que de ello depende cómo se propague a nivel macro, como se explicara anteriormente.

Otra contribución muy relevante en esta literatura que relaciona a la MIP con los ciclos económicos, es la de Blöchl y otros (2011). Este paper proporciona una base de datos homogénea en cuanto al tamaño y el momento del tiempo en el que fueron cuantificadas las MIP de treinta y seis países, que será utilizada como insumo para aplicar el modelo de detección de clusters perteneciente a Czamanski y Ablas (1978) en el capítulo III de esta tesis.

Los autores diseñan una medida de centralidad basada en el caminante aleatorio para cuantificar la respuesta de los sectores a un shock; es decir, un cambio en una variable



exógena que tiene repercusiones en las variables endógenas estudiadas. En la MIP, los precios, las tecnologías, la distribución de beneficios, la política de gobierno y el vector de demandas finales son exógenos y los flujos de mercancías y pagos correspondientes entre sectores son endógenos. Se utiliza la centralidad de caminante aleatorio por la presencia de autoenlaces.

La hipótesis es que el ciclo económico podría surgir a causa de la propagación de tales shocks entre sectores de la economía. Por ejemplo, plantean un shock de oferta para ver cómo fluyen los insumos intermedios a través de los sectores productivos. Este shock se convierte en una entrada (demanda) en algún sector aguas abajo, en el cual se incrementará la actividad económica. La producción resultante se venderá a algún sector y así sucesivamente hasta que se llegará a satisfacer la demanda final. Se calcula un promedio de todas las operaciones iniciadas por el shock, definiendo centralidad de un nodo a la rapidez o a la frecuencia con que es visitado durante este proceso.

También plantean que el análisis de estos shocks tiene restricciones por dos razones. En primer lugar, los supuestos económicos que subyacen al instrumento de análisis que es la MIP, ya que requieren que los shocks no sean demasiado grandes de manera de no cambiar la estructura misma de una economía nacional. Si no se cumpliera este supuesto no podría utilizarse el instrumento ideado por Leontief, ya que éste asume como fijas las proporciones de todas las entradas en cualquier proceso productivo. De cualquier manera, esto no sería un problema, ya que se sabe que las MIP cambian muy lentamente a través del tiempo y se las actualiza aproximadamente sólo una vez cada década.

En segundo lugar, las medidas de centralidad, tal como se anticipó, surgen de dos intuiciones estructurales muy diferentes. La centralidad de cercanía de un nodo es la inversa de la media del número de pasos que se necesita para llegar a él, como media de todos los nodos de partida. Mientras que la centralidad de intermediación mide el número esperado de veces que un caminante aleatorio pasa por un determinado nodo antes de que llegue a su objetivo, como media de todos los pares de orígenes y destinos. Ambas medidas permiten analizar redes dirigidas con auto-enlaces e identificar un nodo central como un sector que se ve afectado de manera más inmediata o con más frecuencia por un shock aleatorio de oferta.

Además, los autores sostienen que hay tres propiedades de los grafos de entrada y salida que representan a las MIP que hacen que sea difícil aplicar las actuales medidas de centralidad. En primer lugar, por el habitual nivel de agregación, ya que las redes son densas, por lo general y están casi completamente conectadas. Así, la aplicación de medidas sobre la base de los caminos más cortos no tiene mucho sentido. Por ende, hay que analizar los ponderadores de los enlaces. En segundo término, que las relaciones no son simétricas en cuanto a la proporción de las compras/ventas de un sector respecto al otro, lo que implica que además de los ponderadores habría que ver la dirección de dicho enlace. En tercer lugar, la consideración de los autoenlaces que juegan un papel central en las MIP y que en la Teoría de Redes Sociales no se consideran (ya que ningún nodo es amigo, ni pariente, por ejemplo, de sí mismo).

Ellos proponen que si se trata de shocks divisibles, en primer lugar habría que especificar exactamente cómo un shock se divide para cada transacción. Un enfoque genérico es dividir la fracción restante del shock en cada nodo de acuerdo con las probabilidades inherentes a la transición de la matriz. En este caso, el estudio de las propiedades medias de paseos por pares origen-destino tiene mucho sentido. En su lugar, se podría analizar el efecto siguiente: supongamos que un shock comienza en algún sector, entonces, cada transacción se divide para arriba y sus efectos se acumulan en fracciones entre todos los sectores de la economía. Después de algún tiempo, éstas alcanzarán un estado de equilibrio, ya que el sistema conserva el tamaño absoluto del shock. A la larga, esta distribución es independiente del shock inicial. La proporción del shock en cualquier sector en el estado estacionario, por lo tanto, es también una adecuada medida de su centralidad. Pero, entonces, la proporción de un shock divisible en un sector en particular es igual a la probabilidad de encontrar allí un shock indivisible. Por lo tanto, las frecuencias que los nodos son visitados por un shock indivisible se pueden entender como un indicador de la distribución del shock divisible. Sin embargo, debido a los efectos inmediatos a lo largo de toda la red los shocks divisibles no nos proporcionan una medida de centralidad derivada de la intuición de cercanía a otros nodos.

Otro ejemplo de obras que utilizan la MIP para explicar los efectos sobre la macro que se derivan de distorsiones a nivel micro es Jones (2011), quien destaca que la asignación de recursos entre empresas y sectores determina el nivel general de la producción de una

economía. Su hipótesis es que si hay una mala distribución a nivel micro, el efecto puede ser amplificado a través de la estructura de insumo-producto de la economía. Construye un modelo que incluye los bienes intermedios para cuantificar los vínculos entre las empresas con un efecto multiplicativo considerando la complementariedad a lo largo de la cadena de producción, demostrando que las distorsiones a nivel macro se pueden medir en forma de diferencias en la productividad total de los factores.

También se encuentra el trabajo de Alcalá y Ciccone (2001), donde se construye un modelo de industrialización basado en las cadenas intermedias de entrada y las interdependencias con la productividad y el valor agregado. Las cadenas de valor reflejan el hecho de que la producción de un bien requiere el uso de bienes intermedios que, a su vez, se producen con insumos intermedios. Un aspecto importante del proceso de industrialización que se pone de relieve en este trabajo es el hecho de que las tecnologías industriales se adoptan a lo largo de las cadenas de bienes intermedios y, cuando se reemplaza una tecnología por otra cambia la intensidad en el uso de los recursos. Por ende, el proceso de industrialización tendrá grandes efectos en el ingreso agregado y en la productividad de las tecnologías industriales intensivas en bienes intermedios. Esto ocurre debido a que pequeñas diferencias en la productividad de las tecnologías industriales se traduce en grandes diferencias en los niveles de industrialización y la retribución a los factores. Por ello los autores construyen un multiplicador de la industrialización a través del cual se mide el efecto anterior.

En síntesis, el cuerpo teórico que se plantea en este último apartado, que es el de mayor implicancia para el objeto de estudio de esta tesis, plantea que existen shocks propios de cada sector, denominados, por eso mismo, idiosincráticos. Estas perturbaciones trasladan sus efectos a aquellos sectores que tienen conexiones comerciales con el nodo de origen. Ello significa que el resultado final puede ser un shock sectorial o incluso a nivel más agregado, según impacte en una parte o en toda la economía, respectivamente.

## **1.2. Conclusión**

El uso de la MIP en el campo de la teoría de redes es más que prometedor. En esta parte de la tesis se ha hecho una breve pero abarcativa muestra de ello, orientando la revisión

bibliográfica al objeto de estudio de este trabajo, que es la relación entre la red de producción y el crecimiento económico.

Dicha relación puede ser directa, o indirecta, por lo que en esta parte se comentaron los principales trabajos teóricos que estudian cómo el comercio internacional, los flujos financieros, la política económica y la innovación tecnológica inciden sobre uno de los principales objetivos macroeconómicos de un país, que es el de crecer económicamente.

## **CAPITULO II: Matrices insumo producto y teoría de redes**

Como se mencionara en el objetivo de esta tesis, la metodología para ver la incidencia de la estructura de la MIP en el crecimiento económico será la medición de las métricas de las redes de producción exploradas inicialmente por Wasserman y Faust (1994), a quienes se les debe uno de los primeros libros que proporcionan una amplia cobertura de los métodos y aplicaciones críticas para el análisis de redes sociales y aplicadas a la MIP para medir la producción de ciertas empresas, su contribución al stock del capital, a la calidad del trabajo y a la productividad total de los factores (Jorgenson (2001) y Jorgenson y otros (2000)).

### **2.1. Redes y Matrices Insumo Producto**

Una MIP es una tabla que muestra las transferencias de bienes entre sectores de una economía. Cada entrada muestra el valor total de los bienes que van de algún sector de la economía a otro sector.

Una MIP implica una red y es por eso que se ha convertido en el instrumento de análisis de la mayor parte de los aportes teóricos mencionados en el capítulo anterior, al igual que en esta tesis.

La tabla en sí tiene la forma de una matriz de adyacencia dirigida y ponderada con flujos de mercancías que van desde los sectores de las filas a los sectores de las columnas. Además, hay al menos una columna adicional para la salida de bienes de la economía de consumo y al menos una fila adicional final para el aporte de mano de obra. Entonces, las redes de insumo-producto, ya sea en la economía o en la ecología, son redes ponderadas y dirigidas donde los pesos o ponderadores representan tamaños de flujos.

#### **2.1.2. El Modelo de la Matriz Insumo Producto**

Tal como se anticipara, el modelo clásico de la MIP ha sido el instrumento de análisis utilizado en esta tesis, más precisamente una parte de la MIP, la que corresponde a las

transacciones intermedias entre cada par de sectores como porcentaje de la demanda intermedia de cada sector (sumatoria de la columna).

El empleo de la MIP como marco teórico e instrumento aplicado en una economía de mercado se remonta a Wassily Leontief, quien elaboró los primeros cuadros para la economía de Estados Unidos en 1919 y en 1929. Sin embargo, hay antecedentes tales como la obra “Las Tablas Económicas” (1758) de François Quesnay, quien vio la necesidad de contar con un sistema integrado de cuentas nacionales que sirviera como herramienta para revelar el reparto y uso del excedente de una economía.

Posteriormente, un extraordinario aporte es realizado por el economista francés León Walras (1874) quien, en su modelo de equilibrio general de la competencia perfecta, define matemáticamente las relaciones de interdependencia entre los elementos que componen un sistema económico, explicando cómo los precios se pueden determinar por las interacciones entre los mercados, alcanzando el equilibrio macroeconómico que involucra a toda la comunidad y que resuelve el problema central de la asignación y distribución de los recursos, convirtiéndose su modelo en el núcleo del paradigma neoclásico de la teoría económica.

En la actualidad, las bases teórico conceptuales de los modernos enfoques de sistemas de cuentas nacionales y el posterior desarrollo de las Matrices de Contabilidad Social, se sustentan en las contribuciones de varios de los laureados con el Premio Nobel de Economía, tales como Hicks (1952), quien sostenía que la producción puede ser analizada en dos fases: la primera de ellas está relacionada con el uso combinado de insumos o factores de producción y la segunda es el papel del tiempo o el momento en la producción. También Stone recibió esa premiación, en 1984, por sus contribuciones fundamentales al desarrollo de las cuentas nacionales presentándolas en un formato de matriz de modo que cada cuenta aparece como la fila (entrada) y la columna (salidas) de una sola tabla llamada Matriz de Contabilidad Social. La matriz de insumo-producto de Leontief de las transacciones entre las industrias es la submatriz correspondiente al detalle de las cuentas de producción.

Meade (1941), por su parte, trabajó con la MIP para proporcionar datos para ayudar en la implementación de las propuestas de Keynes para financiar el esfuerzo bélico de

Gran Bretaña durante la Segunda Guerra Mundial. En tanto, Pyatt y Round (1977) desarrollaron una serie de ejemplos ilustrativos del modelo en forma de planilla de cálculo.

Por su contribución, Leontief recibió el premio Nobel de Economía en 1973. Luego se integró el marco Insumo-Producto en el sistema de cuentas nacionales, integración que fue publicada en 1986 por las Naciones Unidas como “A System of National Account, Studies in Methods”. Estos modelos fueron aceptados y adoptados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y se han venido perfeccionando a través de reuniones y acuerdos internacionales. Su modelo simplifica el sistema de Walras para poder obtener una observación separada de las transacciones interindustriales en la economía y del conjunto de parámetros que conforman el modelo. También utilizó el supuesto walrasiano de coeficientes de producción fijos, en lugar de tener en cuenta, por ejemplo, el efecto sustitución entre los insumos ante cambios en los precios relativos de los mismos. Esta asunción constituye una limitación de la técnica, no obstante ha sido ampliamente utilizada por varias razones, principalmente porque permite hacer una representación holística del sistema.

La MIP se construye con información proveniente de diferentes fuentes: censos económicos, agropecuarios, de gastos e ingresos de los hogares, entre otros, pero fundamentalmente del Sistema de Cuentas Nacionales de cada país partiendo de los Cuadros de Oferta y Utilización de los bienes. Estas matrices muestran, en detalle, el proceso de producción y la utilización de los bienes y servicios que se producen en una determinada región o país y que se importan del resto del mundo, además del ingreso generado en dicha producción por los diferentes sectores económicos. Este modelo, entonces, tiene cuatro supuestos básicos, que constituyen limitaciones propias del instrumento:

- 1) Cada bien o conjunto de bienes homogéneos deben ser producidos sólo por una actividad. Este supuesto se denomina Homogeneidad.
- 2) El efecto total de la producción de varios sectores es igual a la sumatoria de los diferentes efectos, lo que significa que se supone Aditividad.

- 3) La relación entre el uso de insumos y la producción es proporcional y constante, no importando la escala y el tiempo. Esto implica que no hay sustitución de insumos, ni economías de escala, ni economías externas. Este supuesto se apoya en los coeficientes técnicos fijos y constantes en el tiempo y se denomina Proporcionalidad.
- 4) Existe capacidad ociosa por lo que la oferta siempre se ajusta a la demanda sin variaciones en los precios relativos.

A su vez, la agregación de los valores de producción de cada rama productiva se hace a costo de factores para evitar incluir las distorsiones propias del mercado de bienes. También ello implica que los servicios de transporte y comercialización, que requiere cada sector para llevar sus productos al mercado, se consideran como demanda de esos servicios que pueden explicitarse en la estructura de costos (Astori (1983)).

Previo a la agregación, es importante establecer cuál va a ser el criterio para realizarla, ya que ello condiciona la validez del uso de la matriz. El problema se presenta cuando algunas empresas, además de producir el bien en cuestión, crean además productos secundarios y utilizan para ello escalas de producción diferentes y distintas estructuras de insumos derivadas de tecnologías propias, lo que iría en contra del supuesto de homogeneidad. La solución sería hacer una matriz con una fila/columna para cada uno de esos bienes principales y subproductos o secundarios, o flexibilizar los criterios de agregación para que sean útiles al estudio que se quiere llevar a cabo. De cualquier manera, la norma fundamental de agregación de unidades de producción es siempre el de la similitud entre las estructuras de insumos que utilizan esas unidades.

En la tabla N° 1 se representa la estructura de la MIP, en donde el cuadrante izquierdo superior, referido a las relaciones intersectoriales, constituye el objeto de estudio de este trabajo.



**Tabla N° 1:** Esquema de la matriz insumo producto

	VENTAS INTERINDUSTRIALES			Demanda intermedia	Demanda final	Ventas Totales
	Sector 1	Sector 2	Sector n			
C O M P R A S	Sector 1	Transacciones intersectoriales  Bienes y servicios vendidos (Insumos Intermedios)		Sumatoria por filas  de las transacciones  intersectoriales	Consumo de los hogares, del gobierno, del resto del mundo, formación bruta de capital y variación de existencias	Valor de las ventas totales a los diferentes agentes económicos
	Sector 2					
	Sector n					
Consumo Intermedio	Sumatoria por columnas de las transacciones intersectoriales					
Valor Agregado	Salarios, beneficios, impuestos, depreciación, alquileres, etc.					
Importación						
Producción Total	Total de los gastos incurridos en el proceso productivo					

**Fuente:** Noé Arón y Sarah Martínez (2003)

Esta matriz se puede entender sobre la base de dos ecuaciones de ingreso nacional que representan las dos dimensiones (o entradas) de la tabla:

- (1) Producción = Insumos + Valor Agregado
- (2) Producción = Ventas intermedias + Ventas finales

Un sector económico compra insumos y servicios de factores productivos para obtener su producción. A su vez, la producción es vendida para dos fines: a otras empresas, para que éstas la incorporen en sus productos (ventas intermedias) y a los consumidores finales (ventas finales). La primera ecuación corresponde a las imputaciones consignadas en las columnas, en donde puede verse cuánto demanda cada sector a sí mismo y al resto, la importación de insumos, el valor que agrega a su producción y los impuestos que paga, lo que totaliza el valor bruto de producción de ese sector. La segunda ecuación corresponde a la lectura por filas, donde se registra lo que cada sector se vende a sí mismo y a los restantes sectores (total de demanda intermedia), lo que vende para demanda final (ya sea mercado doméstico como externo, la formación bruta

de capital y las ventas al sector público), lo que suma las ventas totales, que es igual al valor bruto de producción.

De este análisis se desprende la utilidad de la matriz que permite estimar, por ejemplo, si se quiere aumentar la producción de bienes finales del sector secundario, en cuánto tiene que aumentar la producción y en qué sectores para satisfacer la mayor demanda de insumos por parte del sector secundario, que ello implica. Esto evidencia la capacidad del instrumento de medir impactos en la economía y para diseñar políticas económicas.

En la tabla N° 2 se presenta la MIP de Francia del año 2012, en billones de euros. Se puede visualizar la parte de las transacciones intermedias en el cuadrante superior izquierdo, la venta para destino final en la parte superior derecha y el valor agregado por cada sector en la parte inferior izquierda de la matriz.

**Tabla N° 2 : Matriz Insumo Producto de Francia (2002)**

	BRANCHES	AZ	DE	C1	C2	C3	C4	C5	FZ	GZ	HZ	IZ	JZ	KZ	LZ	MN	OQ	TOTAL	Ménages	Collective	Individuelle	TOTAL	variation des stocks	FBC totale	s de biens et de services	Total des emplois	
AZ	Agriculture, sylviculture et pêche	16,9	0,0	40,6	0,0	0,0	0,0	2,3	0,4	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	<b>62,6</b>	31,0	0,0	0,0	<b>31,0</b>	3,7	4,7	15,5	<b>51,3</b>	
DE	Industries extractives, énergie, eau, gestion des déchets et dépollution	1,8	71,8	4,5	39,2	1,2	1,4	23,4	3,7	5,4	2,0	1,6	4,2	0,8	1,4	5,0	10,7	<b>180,3</b>	50,8	0,0	0,0	<b>50,8</b>	0,2	0,2	11,8	<b>62,8</b>	
C1	Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac	9,0	0,3	33,0	0,1	0,2	0,2	4,6	0,6	3,0	0,7	24,7	1,5	0,1	0,2	3,9	7,7	<b>91,8</b>	169,6	0,0	0,3	<b>169,9</b>	2,3	-2,3	43,3	<b>210,8</b>	
C2	Cokéfaction et raffinage	4,1	2,2	1,3	5,6	0,4	0,4	12,6	4,2	7,6	20,6	0,3	1,8	0,5	0,2	4,4	2,5	<b>69,8</b>	51,2	0,0	0,0	<b>51,2</b>	0,6	-0,6	18,8	<b>69,4</b>	
C3	Fabrication d'équipements électriques, électroniques, informatiques ; fabrication de machines	0,4	3,5	1,4	1,1	17,1	16,1	14,7	15,3	5,6	1,9	0,4	5,9	0,4	0,6	7,0	3,7	<b>97,3</b>	32,8	0,0	0,2	<b>33,0</b>	0,1	36,5	82,8	<b>152,3</b>	
C4	Fabrication de matériels de transport	0,2	0,4	0,2	0,1	0,8	27,9	0,6	0,2	5,6	1,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6	3,6	<b>42,0</b>	61,5	0,0	0,1	<b>61,6</b>	0,1	29,4	92,5	<b>183,5</b>	
C5	Fabrication d'autres produits industriels	15,1	10,7	9,7	5,0	21,4	26,2	127,7	60,3	16,5	3,3	1,6	11,8	2,2	2,4	14,4	21,7	<b>355,0</b>	145,4	0,0	28,4	<b>173,8</b>	1,2	35,7	175,4	<b>384,9</b>	
FZ	Construction	0,4	1,7	0,1	0,5	0,6	0,4	0,8	43,1	0,5	0,5	0,1	1,2	1,3	4,1	2,5	7,0	<b>66,2</b>	17,2	0,0	0,0	<b>17,2</b>	0,6	220,5	0,0	<b>237,7</b>	
GZ	Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles	0,3	0,5	1,0	0,5	0,7	1,0	2,9	0,8	13,6	2,0	0,2	1,1	0,2	0,3	2,2	0,8	<b>28,8</b>	12,3	0,0	0,0	<b>12,3</b>	0,0	0,0	4,2	<b>16,5</b>	
HZ	Transports et entreposage	0,1	1,1	2,4	1,4	1,1	1,2	5,8	2,7	29,6	35,7	1,3	4,3	2,1	0,8	8,6	8,4	<b>108,4</b>	36,2	0,0	2,9	<b>39,1</b>	0,0	0,0	28,8	<b>67,9</b>	
IZ	Hébergement et restauration	0,0	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	1,3	0,4	7,3	1,6	1,6	1,9	0,9	0,6	6,0	3,5	<b>27,8</b>	72,8	0,0	0,6	<b>73,3</b>	0,0	0,0	0,0	<b>73,3</b>	
JZ	Information et communication	0,2	1,2	1,0	0,5	1,0	0,7	2,3	1,8	10,7	1,9	0,8	30,4	15,0	1,3	18,1	7,3	<b>96,8</b>	51,7	0,0	0,5	<b>52,2</b>	0,3	57,3	12,6	<b>122,1</b>	
KZ	Activités financières et d'assurance	2,3	1,9	2,8	0,6	1,1	1,0	4,2	5,0	13,9	6,4	1,6	4,2	64,5	19,9	14,6	6,3	<b>152,2</b>	58,2	0,0	0,0	<b>58,2</b>	0,0	0,0	11,0	<b>69,2</b>	
LZ	Activités immobilières	0,0	0,4	0,6	0,2	0,4	0,4	2,1	0,8	17,0	2,3	1,7	3,7	6,6	9,1	15,2	4,7	<b>66,7</b>	213,2	0,0	14,5	<b>227,7</b>	0,0	4,6	0,0	<b>232,3</b>	
MN	Activités spécialisées, scientifiques et techniques et activités de services	2,4	9,7	13,0	3,0	6,2	7,3	27,3	28,2	48,5	15,7	5,3	18,3	24,4	10,5	125,3	32,5	<b>386,4</b>	22,8	11,0	0,7	<b>34,5</b>	0,2	84,3	52,1	<b>170,9</b>	
OQ	Administration publique, enseignement, santé humaine et action sociale	0,1	0,5	0,4	0,2	0,4	0,6	1,4	0,7	1,8	1,6	0,2	1,2	1,1	0,1	2,2	6,3	<b>19,2</b>	62,4	165,9	254,4	<b>507,7</b>	0,0	0,0	0,9	<b>508,6</b>	
RU	Autres activités de services	0,1	0,4	0,6	0,3	0,4	0,7	1,1	0,6	2,2	0,7	0,5	1,0	0,7	0,2	2,5	1,0	<b>16,4</b>	41,1	0,2	17,9	<b>76,3</b>	0,1	2,4	3,7	<b>82,3</b>	
P2	Consommation intermédiaire	53,7	106,8	113,2	58,6	53,2	85,9	235,1	168,8	189,0	98,2	44,0	92,8	120,7	51,6	232,4	128,0	<b>1867,6</b>									
B1g	Valeur ajoutée brute	34,1	46,2	41,9	2,1	29,6	22,3	116,3	110,4	194,0	87,2	52,4	94,2	79,3	240,7	240,1	426,4	<b>1873,5</b>									
P1	<b>PRODUCTION DES BRANCHES</b>	87,8	153,0	155,1	60,7	82,8	108,1	351,5	279,2	383,0	185,4	96,4	187,0	200,1	292,3	472,6	554,4	<b>3741,1</b>									
P11	Production marchande	84,2	153,0	154,3	60,7	82,2	108,1	340,9	268,9	383,0	185,4	96,4	164,9	200,1	130,9	425,3	154,2	<b>3044,5</b>									
P12	Prod. pour emploi final propre	3,6	0,0	0,8	0,0	0,6	0,0	10,6	10,4	0,0	0,0	0,0	22,1	0,0	161,4	36,3	17,4	<b>267,0</b>									
P13	Production non marchande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	382,8	<b>429,5</b>									
P1	<b>PRODUCTION DES BRANCHES</b>	87,8	153,0	155,1	60,7	82,8	108,1	351,5	279,2	383,0	185,4	96,4	187,0	200,1	292,3	472,6	554,4	<b>3741,1</b>									

## 2.2. Redes sociales

Aunque la Teoría de Redes Sociales tiene su origen en los años '30, no es hasta la década del '70 su mayor fecundidad. Ha recibido aportes desde el ámbito de la antropología, de la sociología y de la psicología, y se vale de la matemática para su formalización. Es en el campo de las relaciones entre lo micro y lo macro en donde ha sido más utilizada.

Puede definirse una red social como un conjunto bien determinado de actores - individuos, grupos, organizaciones, comunidades, sociedades globales, etc. - que están vinculados unos a otros a través de una o más relaciones sociales. Mitchell (1969) añade que las "características de estos lazos como totalidad pueden ser usados para interpretar los comportamientos sociales de las personas implicadas". Por ende, el análisis de redes sociales (ARS) es una metodología para detectar, describir y analizar las relaciones entre un grupo de personas u organizaciones (de Nooy, Mrvar, y Batageli, 2005). En el ARS el foco no está en los individuos como unidades discretas de análisis sino en las relaciones de los individuos. La premisa subyacente del ARS es que el comportamiento de las personas y organizaciones se ven afectadas por, y afectan a su vez, a las redes sociales en las que están involucrados. En otras palabras, el contexto social es lo que importa (Carrington, Scott, y Wasserman, 2005). Los actores son vistos como entidades interdependientes en lugar de unidades autónomas, cuyo comportamiento puede ser predicho únicamente por sus características (Wasserman y Faust, 1994).

Los insumos principales del ARS son datos relacionales que enlazan nodos. Los mismos pueden ser individuos, organizaciones o sectores económicos enteros. Las relaciones entre los nodos pueden ser lazos de parentesco, interacciones de negocios, redes de información y similares. Lo más importante es que las observaciones no se supone que sean independientes entre sí. De hecho, los investigadores del ARS se centran en la interdependencia entre las observaciones en el marco de la premisa de que el comportamiento de una observación se ve afectada por sus lazos con otras observaciones. En consecuencia, el conjunto de datos utilizado en el ARS es diferente de la utilizada normalmente en los análisis estadísticos por los analistas regionales

donde las filas de una matriz de datos son observaciones y las columnas son atributos de las observaciones. En el modelo estadístico tradicional, los individuos son paquetes de atributos como ingresos, edad o tamaño del negocio. La premisa subyacente de los análisis tradicionales es que los atributos, se supone, influyen en el comportamiento.

Varios paquetes de software están disponibles para analizar los datos de redes sociales. Scott (2000) y Carrington et al. (2005) proporcionan una visión general de los mismos. En esta tesis, se utiliza NodeXL (Smith y otros, 2010), pero análisis similares podrían llevarse a cabo con una variedad de software. La mayoría de los mismos producen un grafo espacial de la red que muestra los nodos y los vínculos. Además, las métricas que son generadas por el software y revelan información sobre diversos atributos de la estructura de red y sus nodos de componentes y vínculos. Un sinnúmero de estas métricas o parámetros de red se ha desarrollado. De Nooy y otros (2005) proporcionan un amplio glosario que define a muchas de ellas.

Una de las métricas más comúnmente utilizadas es la centralidad o la conectividad de un nodo, que es el número de conexiones que tiene con otros nodos de la red, lo que define su influencia (Clark, 2006; Wasserman y Faust, 1994). La misma será explicada más adelante, ya que puede verse desde distintos puntos de vista, tal como se anticipara en algunos de los trabajos mencionados en el marco teórico de esta tesis.

Según Clark (2006), la posición del actor en una red influye en su acceso a recursos tales como bienes, capital e información. Esto hace deducir que la actividad económica está ligada a las estructuras sociales, lo que ha llevado al concepto de capital social. Por ello, una virtud de un ARS es que delinea la estructura informal de las relaciones dentro de una organización o región. Obtener documentación de la estructura formal de las organizaciones no suele ser difícil, pero describir los vínculos informales es más complejo debido a que tales relaciones no son transparentes. Como Cross y Parker (2004) afirman: “Ya sea como gerente presidiendo un departamento o como miembro inserto dentro de uno, todos somos afectados dramáticamente por flujos y redes de relaciones dentro de las redes sociales. Estas redes a menudo no se representan en cualquier carta formal, sino que están estrechamente entrelazadas con el desempeño de

una organización, la forma en que se desarrolla y ejecuta la estrategia y su capacidad para innovar”.

El establecimiento de límites en un ARS puede ser problemático, ya que las relaciones sociales de las personas no se corresponden con las fronteras políticas. Por ejemplo, las colaboraciones de gente de negocios en Silicon Valley, lógicamente, se extenderán mucho más allá de esa área local. Marsden (2005) afirma que hay tres estrategias de especificación de límites genéricos: (a) un enfoque posicional, en base a las características del objeto o criterios formales de afiliación, (b) un enfoque basado en eventos que descansa sobre la participación en las actividades y (c) un enfoque relacional basado en la conectividad social. En esta tesis se adoptó el tercer enfoque. O sea que, en última instancia, los límites se establecen sobre la base de las relaciones sociales de los nodos. La determinación de los límites apropiados está parcialmente vinculada a las estrategias de recolección de datos (Doreian y Woodward, 1994).

Una perspectiva más común en el análisis de redes pequeñas es el uso de muestreo de bolas de nieve (Scott, 2000; Wasserman y Faust, 1994). En una muestra de bola de nieve se parte de un conjunto de personas dentro de la zona de estudio y les pide proporcione los nombres de aquellas personas u organizaciones a las que se conectan independientemente de su ubicación geográfica. La segunda fase del proceso de recolección de datos es acercarse a las personas nombradas por los encuestados en la primera fase y así sucesivamente a través de iteraciones posteriores. Aunque este enfoque tiene limitaciones, Frank (2005) proporciona este método práctico de recolección de datos y una solución al problema de frontera, ya que la misma está delimitada en base a las conexiones de los sujetos.

### **2.2.1. La Teoría de las Redes Sociales y los grafos**

Se pueden dar diversas formas de representación de las redes sociales, siendo los grafos y matrices las más utilizadas. La primera porque permite una visualización del entramado de relaciones entre los nodos y la segunda porque facilita el cálculo de índices que cuantifican esas relaciones, los que en esta tesis llamamos métricas. El

análisis matricial es más apropiado cuando el número de nodos aumenta y/o las relaciones se vuelven más complejas, lo que entorpece su visualización gráfica.

Por ello, al análisis de tipo cuantitativo de esta tesis, se ha sumado un enfoque cualitativo desde la perspectiva de la teoría de redes haciendo un planteo de la estructura económica en forma de grafo, más precisamente, de la arquitectura de la red de transacciones intermedias.

Se puede definir un grafo como  $G = (X,U)$  el cual está integrado por dos conjuntos:

- Un conjunto  $X$ , finito, formado por  $n$  elementos llamados *vértices o nodos*, que en este caso son las *ramas de actividad o sectores productivos*.
- Un conjunto  $U$ , también finito, cuyos elementos son los *arcos o aristas*, también llamados *enlaces* que se dan entre los elementos de  $X$ .

Para el enlace  $(x_1,x_2)$  se dice que  $x_1$  es su extremidad inicial y  $x_2$  su extremidad final, siendo los vértices 1 y 2 adyacentes si existe un arco que los une que va con esa direccionalidad, lo que determina que el grafo es *dirigido*. Y si los arcos o enlaces tienen asignado un peso o importancia, el grafo se denomina *ponderado* (Figura N° 2).

Este planteo grafo-teórico de la MIP implica la construcción de una matriz de adyacencia entre sectores, la cual es derivada de una transformación Booleana (binaria) de la tabla original, pudiendo vincularse a un grafo directo que describe el conjunto de flujos de demanda intermedia. En este sentido, la forma de la red de transacciones queda determinada sólo por la existencia, o no, de un flujo de demanda de bienes intermedios entre dos sectores productivos. Además, si un vértice está relacionado consigo mismo, esa relación se denomina *autoenlace*. Las MIP tienen autoenlaces que reflejan las compras/ventas de un sector a sí mismo que están representadas en la diagonal de la matriz. Por ejemplo, las semillas que el sector cerealero produce y que se demanda a sí mismo.

En la MIP se puede calcular la cantidad de *enlaces únicos* y como no hay *enlaces duplicados*, la cantidad de *enlaces totales* corresponde sólo a los enlaces únicos.

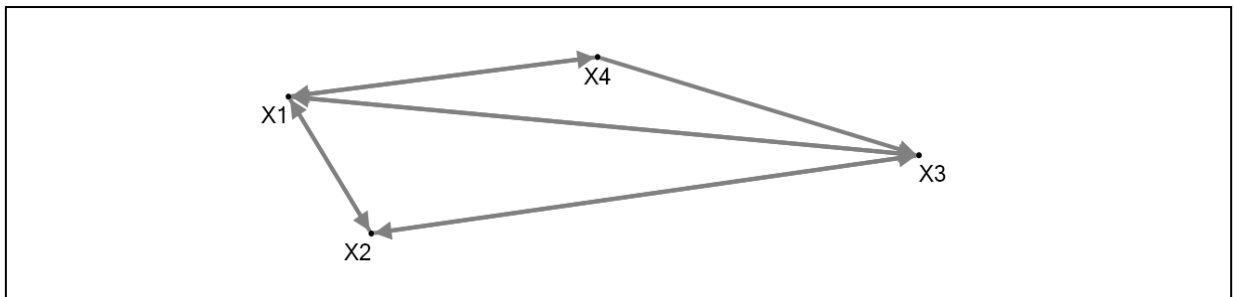
En la figura que sigue puede verse la forma general de una matriz de adyacencia.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

La matriz Booleana asociada al grafo, es una matriz cuadrada de orden  $n$  (número de vértices o nodos del grafo), cuyos elementos son tales que:

$$a_{ij} = 1 \text{ si } x_i, x_j = u_{ij} \in U \quad \text{y} \quad a_{ij} = 0 \text{ si } x_i, x_j = u_{ij} \notin U$$

**Figura N° 2: Grafo dirigido de una red**



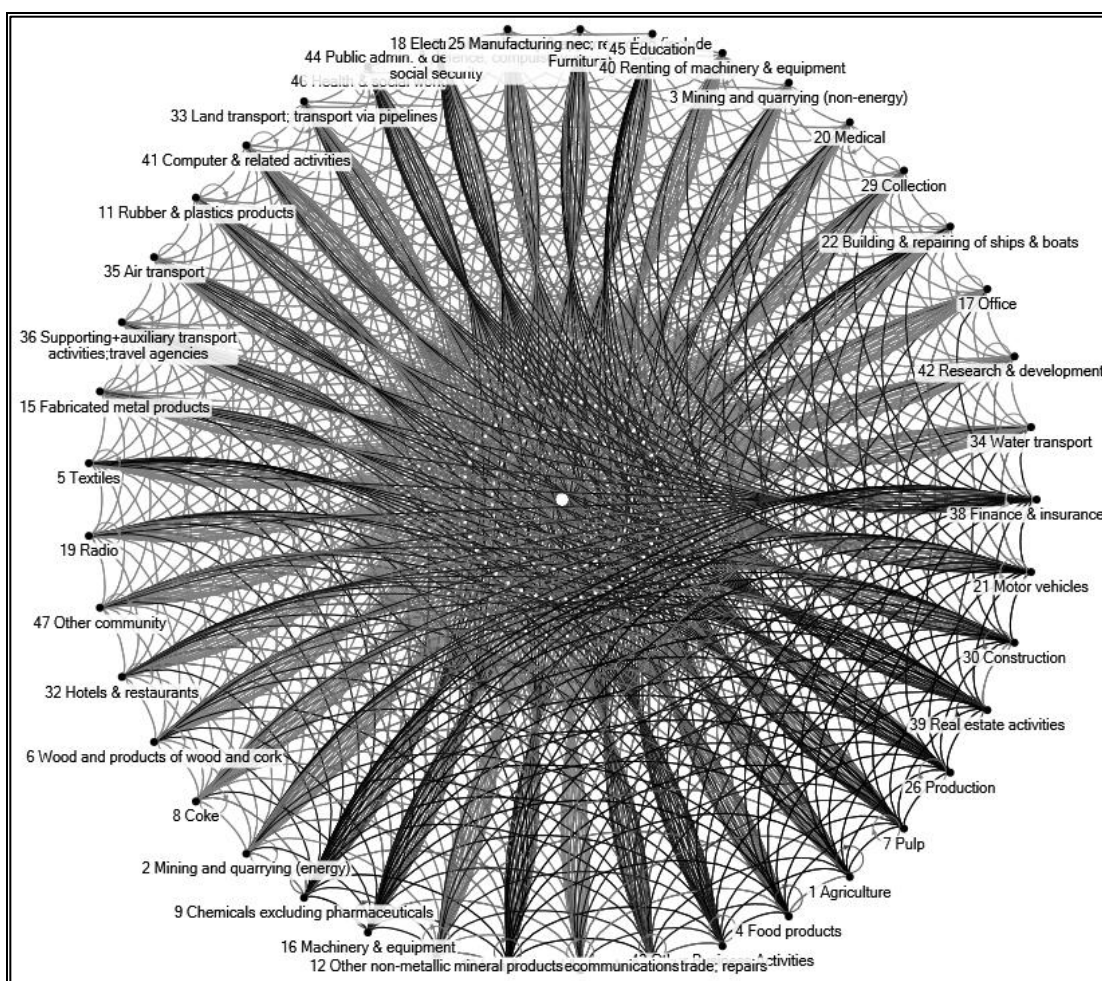
La matriz de adyacencia que le corresponde a este grafo es:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



En la Figura N° 3 puede verse el grafo correspondiente a la MIP de Austria del año 2001.

**Figura N° 3: Red de insumo producto de Austria (2001)**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Instituto de Estadísticas de Austria

En el análisis de estos encadenamientos mediante la teoría de redes sociales y a partir de un grafo dirigido, se utilizan las medidas de centralidad que determina el rol de un actor dentro de la red, que no es un atributo propio del mismo, sino que depende de la arquitectura del conjunto. Este concepto fue desarrollado por Bavelas a fines de los '40 y aplicado a la teoría de redes sociales en los '70.

La **centralidad de grado** de un nodo  $j$  se puede calcular a partir de la matriz de adyacencia, contando los  $a_{ij} = 1$  por lo que se define como:

$$Cgr_j = \sum_i a_{ij}$$

A su vez, estos grados pueden medirse en su valor *máximo*, *mínimo* y *mediano* y se pueden desglosar en los *entrantes* (total de las relaciones referidas hacia un nodo por otros) y los *salientes* (es la suma de las relaciones que un nodo emite hacia el resto). Esta centralidad se corresponde con los eslabonamientos entre los nodos.

Entonces, las medidas de centralidad pueden clasificarse en:

Medidas Radiales	La referencia es un determinado nodo que inicia o termina recorridos por la red.
Medidas de Volumen	Miden el volumen o cantidad de recorridos limitados a dicha longitud prefijada.
Medidas de Longitud	Miden la longitud de los recorridos necesarios para alcanzar un volumen preestablecido.
Medidas Mediales	Se refieren a los recorridos que pasan a través de un determinado nodo.

En particular, la **centralidad de intermediación** (Freeman (1977)) es una medida medial que cuenta el número de veces que un nodo actúa como puente a lo largo del camino más corto entre dos nodos. Se define formalmente para el nodo  $j$  como:

$$C_{int} j = \sum_{j,k} \frac{b_{jik}}{b_{jk}}$$

donde  $b_{jik}$  es el número de caminos más cortos desde el nodo  $j$  hasta el nodo  $k$ , y  $b_{jk}$  es el número de caminos más cortos desde  $j$  hasta  $k$  que pasan a través del nodo  $i$ . Los nodos con alta centralidad de intermediación juegan un rol crítico en la red, ya que controlan la integración de algunos de sus componentes. En la MIP se puede calcular la *centralidad de intermediación* mínima, máxima, promedio y mediana.

La **centralidad de cercanía** fue elaborada por Beauchamp en 1965. Es una medida radial de longitud que cuantifica la accesibilidad de un nodo en la red. Surge de calcular la suma o el promedio de las distancias más cortas desde un nodo hacia todos los demás. La cercanía de un nodo  $i$  se define como:

$$C_{cer\ i} = \frac{1}{e_i^T TS1} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n S_{ij}}$$

donde  $S$  es la matriz cuyos elementos  $i,j$  corresponden a la distancia más corta desde el nodo  $i$  al nodo  $j$ . A menores valores, el nodo está más cercano al centro de la red por lo que si lo que se quiere es tomar la distancia más corta, en realidad debe considerarse la inversa de la suma de las distancias. En la MIP se puede calcular la **centralidad de cercanía** mínima, máxima, promedio y mediana.

Relacionado con la cercanía, en la MIP se puede calcular la **máxima distancia geodésica**, o sea el diámetro de la red, como el número de pasos máximo que hay que realizar para salir de un nodo y llegar al más lejano. Esta es una medida estructural de la red y no de un nodo en particular. En la MIP, debido a la alta densidad, el diámetro es pequeño. Por otra parte, se puede calcular también la **distancia geodésica promedio**, que es la suma de las distancias entre todos los nodos dividido el número de nodos. Es un indicador del grado de accesibilidad. En las MIP, este indicador suele ser muy bajo.

$$DGP = \frac{\sum_{t \in V \setminus v} d_G(v,t)}{n-1}$$

donde  $n \geq 2$  es el tamaño de la conectividad de la red desde el vértice  $v$ .

La **centralidad de vector propio** también es una medida radial de volumen y mide el poder de arbitraje de un nodo en la red. La elaboró Bonacich en 1972 y corresponde al principal vector propio de la matriz de adyacencia del grafo en cuestión. Los nodos con alta centralidad de vector propio están conectados a muchos nodos que a su vez están bien conectados, también en este sentido, por lo tanto tienen mucho poder de propagar fenómenos.

Un valor propio, denominado  $\lambda$  es un escalar distinto de cero, que para un vector “ ” de nodos de la red también distinto de cero, que cumple la siguiente condición:

$$Av = \lambda v$$

entonces el vector se llama vector propio de  $\lambda$ , si:  $Av = \lambda v$

En la red de producción que refleja la MIP, se puede medir la *centralidad de vector propio* mínima, máxima, promedio y mediana.

Por otra parte, la *centralidad de camino aleatorio* fue introducida por Noh y Rieger en el año 2003 y considera todos los recorridos aleatorios posibles para acceder de un nodo a los demás. Ya no se considera el camino más corto sino los más probables.

$$Cca_i = \sum_{j \neq i \neq k} R_{jk}^i$$

donde  $R^{(i)}$  es la matriz cuyos elementos  $(j,k)$  son la probabilidad de ocurrencia de un camino al azar desde  $j$  hasta  $k$  que contiene al nodo  $i$  como intermediario.

Además de esas cuantificaciones, existen ciertos indicadores que caracterizan una red. Entre ellos está la *densidad de un grafo* que se calcula como la proporción entre el número de aristas o enlaces existentes entre los nodos respecto al total de las posibles, o sea que si  $D=1$  se dice que la red es densa porque se dan todas las relaciones posibles entre los nodos. Se calcula como:

$$D = \frac{2m}{n(n-1)}$$

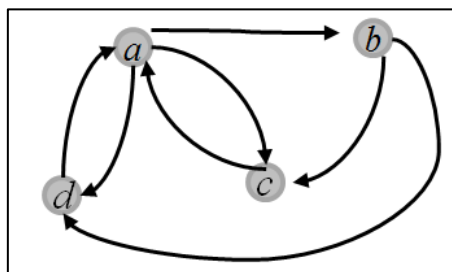
donde  $n$  es el número de nodos y  $m$  es la cantidad de enlaces entre los nodos. En las MIP, la densidad es alta porque muchos nodos están conectados con muchos otros y consigo mismo.

Además de la densidad y de la distancia geodésica que ya fueron expuestas, hay otras propiedades estructurales en la red como un todo, que pueden ser mensuradas. La influencia de estos indicadores (métricas) sobre el crecimiento económico será evaluada en el capítulo IV, en donde se realiza un análisis econométrico utilizando las MIP de treinta y seis países. En particular las medidas que se van a considerar en el análisis, algunas de las cuales pueden visualizarse en la Figura N° 4 y en la Figura N° 5, son:

- Enlaces totales: Es el total de relaciones intersectoriales (**ET**).
- Total de sectores relacionados consigo mismos: Existen autoenlaces cuando una rama de actividad demanda o provee productos o servicios a sí misma. Es la diagonal de la MIP (**AE**).
- Coeficiente de par de vértices recíprocos: Indica el número de nodos adyacentes con enlaces en ambas direcciones como porcentaje del total de nodos adyacentes. Es un indicador del grado en que una rama de actividad exhibe dependencia mutua con los sectores con quienes se haya relacionado. (**PVR**)

Ejemplo: Supongamos una red como la presentada en la Figura N° 4. Hay cuatro nodos [*a*, *b*, *c*, *d*] conectados. Considerando los nodos *a* y *b*, el PVR del nodo *b* es nulo, dado que allí se inicia una relación que no es recíproca. En cambio, el nodo *a* inicia tres relaciones de las cuales dos son recíprocas ( $PVR(a)=2/3$ ).

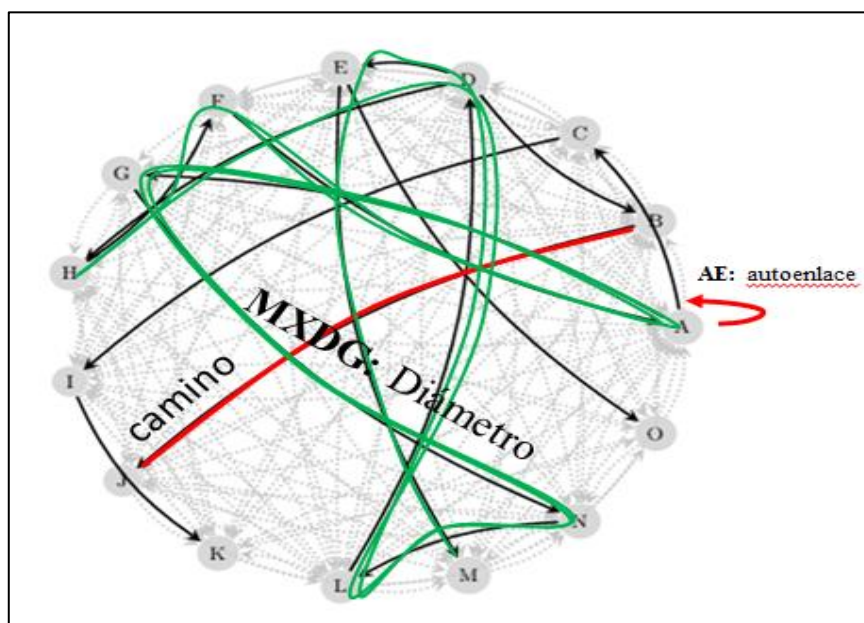
**Figura N° 4:** Red de relaciones con PVR



- Coeficiente de enlaces recíprocos: Un enlace del vértice A a B es recíproco si el grafo también tiene un enlace del vértice B al A. Este indicador determina el grado de dependencia mutua de las ramas de actividades de la MIP. (**RER**)

- Componentes conectados: Un componente conectado de un grafo dirigido es un subgrafo en el que cualquiera de los dos vértices están conectados entre sí por caminos y que no está conectado a ningún vértice adicional en el supergrafo. En las redes de MIP hay muy pocos componentes desconectados. **(CC)**
- Componentes conectados de vértice único: Son sectores aislados, o sea, separados del resto de la red. En el caso de las MIP analizadas también se registran muy pocos casos. **(CVU)**
- Número máximo de vértices en un componente conectados: Indica cuántos nodos, o sea, ramas de actividad, tiene el grupo conectado más grande. **(MXVCC)**
- Número máximo de enlaces en un componente conectados: Indica cuántos enlaces (relaciones intersectoriales) tiene el grupo conectado más grande. **(MXECC)**
- Máxima distancia geodésica (diámetro): Es el número de pasos máximo que hay que realizar para salir de un nodo y llegar al más lejano. **(MXDG)**
- Distancia geodésica promedio: Es la suma de las distancias entre todos los nodos (ramas de actividad) dividido el número de nodos. Es un indicador de grado de accesibilidad. En las redes MIP la distancia geodésica promedio es muy bajo. **(DGM)**
- Densidad de la red: Mide en qué grado es explotado el potencial de conexiones, o lo que es lo mismo, del total posible de conexiones cuántas realmente se realizan. En las redes MIP la densidad parece ser alta, o sea que hay muchas relaciones entre las ramas de actividad económica. **(GD)**

**Figura N° 5: Ilustración de algunas métricas**



### 2.3. Conclusión

La MIP es un instrumento que permite ver a la economía de un país de manera holística. Posee ciertas limitaciones pero que no han podido invalidar su uso en varios campos de la teoría económica, principalmente porque muestra un diagnóstico que, luego, plantea la posibilidad de hacer políticas económicas.

Por otra parte, los software existentes, en particular el NODE XL, que es el que aquí se ha utilizado, brinda medidas cuantificadas de aspectos de la red que reflejan su arquitectura y que permiten relacionarla con el crecimiento de un país, bajo la óptica de la teoría de las redes sociales, en donde no importan las características de los actores (en este caso los sectores productivos), sino más bien sus relaciones (transacciones intersectoriales).



### **CAPITULO III: Eslabonamientos, clusters y crecimiento económico**

Este capítulo se orienta a la estimación de los encadenamientos de las ramas productivas de la economía argentina, con el fin de identificar aquellas que más contribuyen al crecimiento económico desde una perspectiva integral como es el cluster basado en cadenas de valor.

Para ello se hará uso de la MIP con datos de 1997 (publicada por el Instituto de Estadísticas y Censos en 2001), para luego hacer una comparación con los de la actualización de la matriz en el año 2004.

Por eso se comienza con la presentación de un breve marco de referencia de la teoría de los clusters. Luego se expone el modelo de Czamanski y Ablas (1978), que según el grado de eslabonamiento de las actividades productivas permite delimitar clusters. Además, a partir de la medición de esos eslabonamientos se puede establecer una clasificación que fue desarrollada por Chenery y Watanabe (1958) entre sectores base, independientes, clave y de fuerte arrastre.

Por último, se aplicará el mismo modelo a las matrices de la muestra de treinta y seis países del trabajo de Blöchl y otros (2011), con el objeto de determinar si hay una relación entre la cantidad de eslabonamientos y el número de clusters en esas economías. Además, se hará una comparación entre esos datos con la tasa de crecimiento del PBI con el fin de establecer si hay alguna correlación directa.

#### **3.1. Cluster basado en cadenas de valor o redes**

Todos los conceptos de cadenas de valor o redes tienen un supuesto común: las empresas que integran los sectores o ramas de actividad económica, cuyo aporte al crecimiento económico es el objeto de estudio de este capítulo de la tesis, no operan (al menos exitosamente) de manera aislada. Éstas son parte de un sistema de clientes, proveedores, competidores y otros agentes económicos relacionados en redes que producen flujos de conocimiento y de producción. La competitividad de las mismas es potenciada por la competitividad del conjunto de empresas y actividades que conforman el complejo al cual pertenecen. Esa mayor competitividad deriva de importantes externalidades, economías de aglomeración, derrames tecnológicos e innovaciones que surgen de la intensa y repetida

interacción de las empresas y actividades que integran el complejo. La información fluye casi sin estorbo, los costos de transacción son menores, las nuevas oportunidades se perciben antes y las innovaciones se difunden con rapidez a lo largo de la red, lo que aumenta la productividad del agregado.

Esta cadena se podría interpretar, a primera vista, como una serie lineal de operaciones, dado que la producción de un bien en una etapa determinada asegura la materia prima a la etapa siguiente. Sin embargo, este razonamiento no es necesariamente cierto, ya que puede existir un gran número de caminos alternativos para arribar al producto terminado. Por eso se ha considerado en esta tesis el concepto de redes de producción que se conforman con cadenas de producción que se visualizan en la MIP. La principal crítica a este concepto pasa por ser netamente cuantitativo y por la necesidad de establecer límites subjetivos a la interrelación entre proveedores-usuarios. Este límite, o umbral, es mencionado por varios autores. Por ejemplo, para Funderburg (2002) deben incluirse como parte del cluster aquellas actividades cuyo eslabonamiento iguale o supere el valor de 0.35 de las compras/ventas de un sector hacia otro, respecto al total de las compras o ventas del mismo, resaltando también que cualquiera de ellas puede ser miembro de múltiples clusters.

Por su parte, Feser y Bergman (2000) sostienen que, en la interpretación de los factores necesarios para identificar clusters, los analistas hacen hincapié en los objetivos de competitividad. En primer lugar, se basan en los eslabonamientos más importantes representados en la MIP. Lo relevante es identificar las ramas de actividad con los eslabonamientos más estrechos para cada cluster, considerando también si alguna de ellas está fuertemente ligada a cualquier otro cluster. Un segundo objetivo es identificar, en la medida de lo posible, una serie de clusters mutuamente excluyentes en el sentido que cada elemento puede ser asignado sólo a uno de los clusters. Tal resultado facilita la comparación entre clusters en lo referido a su tamaño y su tasa de crecimiento. Un tercer paso es investigar los eslabonamientos entre los clusters así como entre actividades dentro de cada uno.

Estos objetivos múltiples pueden chocar, al menos parcialmente, con la distinción entre miembros de cada cluster de acuerdo a la fuerza de sus eslabonamientos. Los autores proponen un método de medición, según el cual llaman industrias primarias pertenecientes

a un cluster a aquellas cuya relación con algún otro sector es mayor o igual a 0.5. Por otra parte, industrias secundarias son aquellas que están relacionadas con valores inferiores a 0.5. Aunque esta propuesta no provee una interpretación de la escala de las mediciones, puede decirse que industrias con valores superiores a 0.75 pueden ser consideradas como fuertemente unidas a un cluster, mientras que otras con valores desde 0.5 a 0.75 como moderadamente y de 0.35 a 0.5 como débilmente unidas (Czamanski y Ablas (1978)).

Los autores sugieren entonces adoptar una combinación de reglas de este tipo, ya que cualquier propuesta para delinear los clusters desde un análisis de sus eslabonamientos es necesaria y parcialmente arbitraria. Así, los valores deben ser informados para permitir a los usuarios sacar sus propias conclusiones. Reconocen, finalmente, que la ventaja de este método es bastante significativa para garantizar una propuesta de análisis pragmático y que los clusters también pueden identificarse mediante técnicas tales como paneles, entrevistas y otras maneras de recoger la opinión de expertos (industriales líderes, políticos, entre otros), que son importantes fuentes de información.

Las técnicas son, en sí mismas, métodos de exploración primarios que involucran numerosos supuestos definidos por los usuarios. Con las herramientas estadísticas de software vigentes es fácil identificar un cluster mediante una base de datos. Sin embargo, los supuestos implícitos no pueden ser removidos con software por lo que deben ser cuidadosamente examinados y modificados para ser apropiados. Los procedimientos que involucran recolección de datos y su interpretación obviamente varían de caso en caso.

Adicionalmente, en este enfoque de interdependencia sólo se pueden definir estructuras de interrelación (llamadas arquitecturas en términos de la teoría de redes sociales usada en esta tesis) relativamente simples tales como: 1) sectores caracterizados por ser grupos de actividades que presentan un fuerte dinamismo y con relaciones iteractivas (relaciones en un solo sentido); 2) sectores caracterizados por ser grupos de actividades interrelacionadas de manera circular (mutuas entre dos ramas) y 3) sectores caracterizados por ser grupos de actividades que presentan un fuerte dinamismo, pero escasa relación con el resto de la economía. Estas arquitecturas son analizadas en el capítulo V, las cuales brindan información sobre los enlaces entre sectores y resultan esenciales para explicar la realidad económica.

### 3.2. El uso de la MIP para medir eslabonamientos

En función de la revisión realizada sobre teoría y métodos, se detallan los pasos a seguir con el fin de cumplir con el objetivo de este capítulo.

En primer lugar se cuantificarán los eslabonamientos entre las actividades productivas. Tal como se anticipara, para ello se usará la MIP de Argentina para el año 1997. Una vez realizadas las estimaciones de los mismos se clasificará a los sectores según la categorización propuesta por Chenery y Watanabe (1958). También se calcularán los coeficientes de concentración de esos efectos, que han sido ideados por Rasmussen (1963). A continuación se aplicará el modelo de Czamanski y Ablas (1978) para la determinación de los clusters existentes en la economía argentina en base a la MIP de 1997 y de su actualización en el año 2004. Posteriormente, se aplicará este modelo a las MIP de los treinta y seis países del trabajo de Blöch y otros (2011), tal como se anticipara anteriormente.

Retomando la cuestión conceptual, es importante recalcar que a los índices de eslabonamientos que se calculan con la MIP se le han criticado que desatienden el impacto indirecto y que no distinguen el efecto doméstico de aquel que opera en economías extranjeras vía las exportaciones. Además, los mismos representan medidas sin consideración alguna de las desviaciones, ya que no se distingue entre las vinculaciones muy concentradas en pocas ramas y las muy difundidas, lo que es relevante desde el punto de vista del desarrollo económico. En relación con esto último, Rasmussen (1963) elaboró los mencionados coeficientes que miden esos desvíos y que se calcularán en este apartado sólo para el caso argentino de 1997.

Como remedio a la deficiencia que se refiere al impacto indirecto, se propone el uso de la matriz inversa de Leontief. La misma está compuesta por coeficientes que, en sí mismos, indican todos los efectos originarios y derivados de un incremento de la producción de bienes de un sector sobre los insumos de todos los sectores. Para ello se calculan los **índices de encadenamiento hacia atrás** (que representan cuánto demanda el sector en cuestión de los otros) y los **índices de encadenamiento hacia adelante** (que dicen en qué medida la producción de un sector es demandada por los otros sectores).

A partir de la ecuación anterior, se define  $b_{ij}$  como un elemento de la matriz inversa de Leontief ( $B$ );  $B^*$  como el promedio de todos los elementos de la matriz  $B$ ; y  $B^*_j$  y  $B^*_i$  como la suma de una columna y de una fila típica de  $B$ , respectivamente. Por lo tanto, el índice de encadenamiento hacia atrás se define como:

$$U_j = \frac{B^*_j}{B^*}$$

y el índice de encadenamiento hacia adelante como:

$$U_i = \frac{B^*_i}{B^*}$$

Valores de los índices de encadenamiento mayores que uno indicarían que el sector demanda o vende insumos al resto (representado por el numerador) por encima del promedio de la economía (representado por el denominador). A partir de ello, Chenery y Watanabe (1958) realizan una clasificación que define a los grupos de sectores según sus índices de eslabonamientos:

<b>Sectores Base (<math>U_j &lt; 1</math>; <math>U_i &gt; 1</math>)</b>	<b>Sectores Clave (<math>U_j &gt; 1</math>; <math>U_i &gt; 1</math>)</b>
<b>Sectores Independientes (<math>U_j &lt; 1</math>; <math>U_i &lt; 1</math>)</b>	<b>Sectores de Fuerte Arrastre (<math>U_j &gt; 1</math>; <math>U_i &lt; 1</math>)</b>

- 1) **Sectores de producción intermedia primaria o también llamados base:** eslabonamientos hacia adelante mayores al promedio de la economía y hacia atrás menores.
- 2) **Sectores productores de manufacturas intermedias o claves:** ambos eslabonamientos mayores al promedio de la economía.
- 3) **Sectores de producción primaria final o sectores independientes:** ambos menores al promedio general.

- 4) **Sectores de producción final o de fuerte arrastre:** hacia adelante menores y hacia atrás mayores al promedio de la economía.

Los sectores base son los que proveen materias primas para el resto de los eslabones de la cadena, y por ello tienen fuertes eslabonamientos hacia adelante. En tanto, los sectores de fuerte arrastre son los que presentan una importante demanda de materia prima impulsando a los eslabones aguas arriba en la cadena. Los sectores independientes, en cambio, son los que no tienen significativas demandas de insumos, ni tampoco promueven demasiado la actividad de los sectores posteriores. Por último, los clave son los más importantes en la economía, porque su actividad genera demandas de insumos y provisión de bienes y servicios aguas abajo superiores al promedio de la economía. Este concepto de importancia de los sectores es similar, aunque no idéntico, al explicado cuando se definió centralidad en el capítulo anterior, dado que recalca el rol central de algunos sectores en términos de su relación con los otros.

También puede calcularse el **coeficiente de concentración** que, como ya se anticipara, indica cómo se distribuye un aumento de la producción de un sector en los demás sectores de la economía. Un valor bajo de este indicador significa que el impacto estimula de manera uniforme a los sectores que reciben el eslabonamiento. En tanto, un valor alto indica que el efecto se concentra en pocos sectores (Rasmussen, 1963). El mismo puede expresarse, para el caso de encadenamientos hacia atrás, como:

$$V_j = \frac{\sqrt{\frac{\sum_i^n (b_{ij} - \frac{B_j^*}{n})^2}{(n-1)}}}{\frac{B_j^*}{n}}$$

Si  $V_j$  es bajo indica que no hay grandes diferencias entre la compra del sector  $j$  al sector  $i$ , respecto a las compras promedio del primer sector, por lo que no hay concentración.

En tanto, el coeficiente de concentración del índice de encadenamiento hacia adelante se define como:

$$V_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_j^n (b_{ij} - \frac{B_i^*}{n})^2}{(n-1)}}}{\frac{B_i^*}{n}}$$

### 3.3. El uso de la MIP para identificar clusters

En este trabajo, la identificación de los clusters está basada en la propuesta de Czamanski y Ablas (1978), según la cual se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Se obtienen indicadores de la intensidad del flujo entre sectores, considerándolos como partes de una cadena de valor, utilizando los siguientes índices, en donde  $z_{ij}$  es un elemento de la matriz insumo producto:

Para los proveedores (eslabonamiento hacia atrás):

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sum_{i=1}^n z_{ij}}$$

Si, por ejemplo,  $a_{ij} = 0.60$  indica que el sector  $i$  provee el 60% de los insumos requeridos por el sector  $j$ .

Para los compradores (eslabonamiento hacia adelante):

$$b_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sum_{j=1}^n z_{ij}}$$

Un valor de  $b_{ij} = 0.78$  indicaría que el sector  $j$  absorbe el 78% de la producción del sector  $i$ .

- b) Se conforma una matriz triangular C, seleccionando para cada par de sectores el mayor coeficiente de intensidad entre sus compras/ventas:

$$c_{ij} = \max(a_{ij}, a_{ji}, b_{ij}, b_{ji})$$

- c) Se considera que integran el cluster aquellos sectores de la economía cuyos valores de esos encadenamientos en la matriz superen 0.35, distinguiendo entre:

Débilmente ligados al cluster:  $0.35 < c_{ij} < 0.5$

Moderadamente ligados al cluster:  $0.5 < c_{ij} < 0.75$

Fuertemente ligados al cluster:  $c_{ij} > 0.75$

Los valores inferiores a 0.35 no se consideran, ya que estarían indicando de que no hay una fuerte relación en las compras/ventas entre el par de sectores analizados.

### **3.4. Evidencia empírica**

Como se anticipara oportunamente este trabajo se realiza sobre la base de la información suministrada por la MIP de 1997 calculada por el INDEC y publicada en el año 2001, que identifica 124 tipos de actividades, por lo que se volvió necesario realizar un proceso de agregación sumando directamente las ventas y compras de los sectores relacionados. Por ello, las ramas de actividad económica originales de la matriz se reagruparon en 32 (Tabla N° 3). Cada uno de estos 32 sectores abarca actividades que comprenden entre sí un mínimo grado de homogeneidad.



**Tabla N° 3: Sectores agregados de la matriz insumo producto**

	<b>Sectores Agregados</b>	<b>Posición en la matriz</b>
1	Agricultura, Ganadería, Caza, Pesca y Silvicultura	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
2	Minería	12,13,14
3	Industrias alimenticias	15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30
4	Productos de tabaco	31
5	Industria textil	32,33,34,35,36
6	Cuero y calzados	37,38,39
7	Madera y derivados	40,41
8	Papel	42,43,44
9	Imprenta y editoriales	45,46,47
10	Química básica	48,49
11	Abonos y plaguicidas	50
12	Otros productos químicos	52,53,55
13	Limpieza y tocador	54
14	Fibras sintéticas manufacturadas	56
15	Caucho y plásticos	51,57,58,59
16	Loza y vidrios	60,61,62
17	Otros productos minerales no metálicos	63,64
18	Industrias metálicas básicas	65
19	Máquinas y productos metálicos	66,67,68,69,70,71,72,73,74,75
20	Maquinaria eléctrica	76,77,78,79,80,81,82,83,84,85
21	Material de transporte	86,87,88,89,90
22	Muebles y colchones	91
23	Otras industrias	92
24	Electricidad, gas y agua	93,94,95
25	Construcción	96
26	Comercio mayorista	97
27	Comercio minorista	98
28	Hoteles y restaurantes	99,100
29	Transporte	101,102,103,104,105,106
30	Comunicaciones	107,108
31	Instituciones financieras	109
32	Otros servicios no financieros públicos y privados	110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120, 121,122,123,124

### **3.4.1. Eslabonamientos y clusters en Argentina**

De acuerdo con el objetivo del trabajo de estimar los encadenamientos entre las actividades productivas en Argentina e identificar los clusters de interdependencia, es relevante hacer una distinción entre eslabonamientos directos y eslabonamientos totales, que ya se abordó en el apartado anterior.

#### **3.4.1.2. Eslabonamientos directos**

Con respecto a los eslabonamientos directos, la MIP permite medir el grado de interdependencia mostrado por cualquier industria mediante el cómputo de la proporción de su producción total, que se dirige a satisfacer a otras industrias (relación entre las ventas interindustriales y el valor bruto de producción de ese sector (eslabonamientos hacia delante o aguas abajo) y la proporción de su producción que representa compras a otras industrias (relación entre las compras interindustriales y la demanda total de ese sector (eslabonamientos hacia atrás o aguas arriba).

Como puede observarse, en esta parte de la tesis los eslabonamientos están medidos como proporción del valor bruto de producción de cada sector, mientras que en el resto de la tesis y, como se explicara en el capítulo de la metodología, las compras de cada sector respecto al resto se miden como proporción del total de demanda intermedia. Estas interdependencias en la economía argentina pueden verse en la Tabla N° 4.

**Tabla N° 4: Compras (eslabonamientos hacia atrás) y ventas intersectoriales (eslabonamientos hacia adelante)**

	<b>Sectores Agregados</b>	<b>Eslabonamientos hacia atrás</b>	<b>Eslabonamientos hacia adelante</b>
1	Agricultura, ganadería, caza, pesca y Silvicultura	39.65%	74.51%
2	Minería	28.15%	69.19%
3	Industrias alimenticias	70.11%	23.66 %
4	Productos de tabaco	62.97%	5.66%
5	Industria textil	56.44%	44.02%
6	Cuero y calzados	57.50%	21.52%
7	Madera y derivados	52.30%	97.24%
8	Papel	57.23%	80.62%
9	Imprenta y editoriales	41.19%	63.74%
10	Química básica	64.08%	58.84%
11	Abonos y plaguicidas	78.34%	89.79%
12	Otros productos químicos	25.58%	45.85%
13	Limpieza y tocador	57.10%	37.60%
14	Fibras sintéticas manufacturadas	32.57%	65.40%
15	Caucho y plásticos	47.83%	86.00%
16	Loza y vidrios	44.27%	88.37%
17	Otros productos minerales no metálicos	47.78%	93.69%
18	Industrias metálicas básicas	52.71%	73.26%
19	Máquinas y productos metálicos	48.61%	67.98%
20	Maquinaria eléctrica	43.09%	44.91%
21	Material de transporte	67.71%	29.21%
22	Muebles y colchones	54.05%	24.71%
23	Otras industrias	25.82%	40.75%
24	Electricidad, gas y agua	49.59%	64.57%
25	Construcción	46.78%	9.51%
26	Comercio mayorista	28.52%	45.52%
27	Comercio minorista	24.87%	15.99%
28	Hoteles y restaurantes	51.09%	11.70%
29	Transporte	56.54%	48.73%
30	Comunicaciones	22.63%	47.44%
31	Instituciones financieras	29.12%	72.53%
32	Otros svcs. no financieros públicos y privados	22.84%	25.50%

Los sectores con mayores compras intersectoriales como proporción del valor de su producción son las industrias alimenticias, los abonos y plaguicidas, la industria de química básica y de material de transporte, los que conformarían sectores de fuerte arrastre por sus importantes eslabonamientos aguas arriba. En tanto, los sectores que presentan las mayores ventas interindustriales, como proporción del valor de su producción, pertenecen al sector primario tales como la agricultura y ganadería y la minería y las industrias básicas como la química, la loza y el papel, lo que indicaría sus significativos eslabonamientos hacia delante.

El promedio de compras intersectoriales es de 46,47% con un valor en el extremo superior de 78,34% correspondiente a la industria de abonos y plaguicidas, mientras que el menor valor lo alcanzan las comunicaciones con un 22,63%. En tanto, el valor promedio de ventas intersectoriales es de 52,13%, con un valor máximo correspondiente a la industria de la madera (97.24%) y un mínimo de 5.66% en la industria del tabaco.

### **3.4.1.3. Eslabonamientos totales**

Vale recordar que los **eslabonamientos directos** se refieren a los insumos que el sector en cuestión compra directamente a cada uno de los otros sectores. Los **eslabonamientos totales**, que se calculan a partir de la matriz inversa, incluyen también los insumos que los restantes sectores compran en la economía como consecuencia de la compra original que le realizara el sector en cuestión.

Los sectores con índices de eslabonamientos totales hacia atrás mayores a la unidad son las industrias alimenticias; tabaco; textil; cuero y calzados; papel; química básica; limpieza y tocador; otros productos minerales no metálicos; industrias metálicas básicas; máquinas y productos metálicos; muebles y colchones y hoteles y restaurantes. Las de mayor valor corresponden a la agroindustria, lo que indica que son sectores de fuerte arrastre.

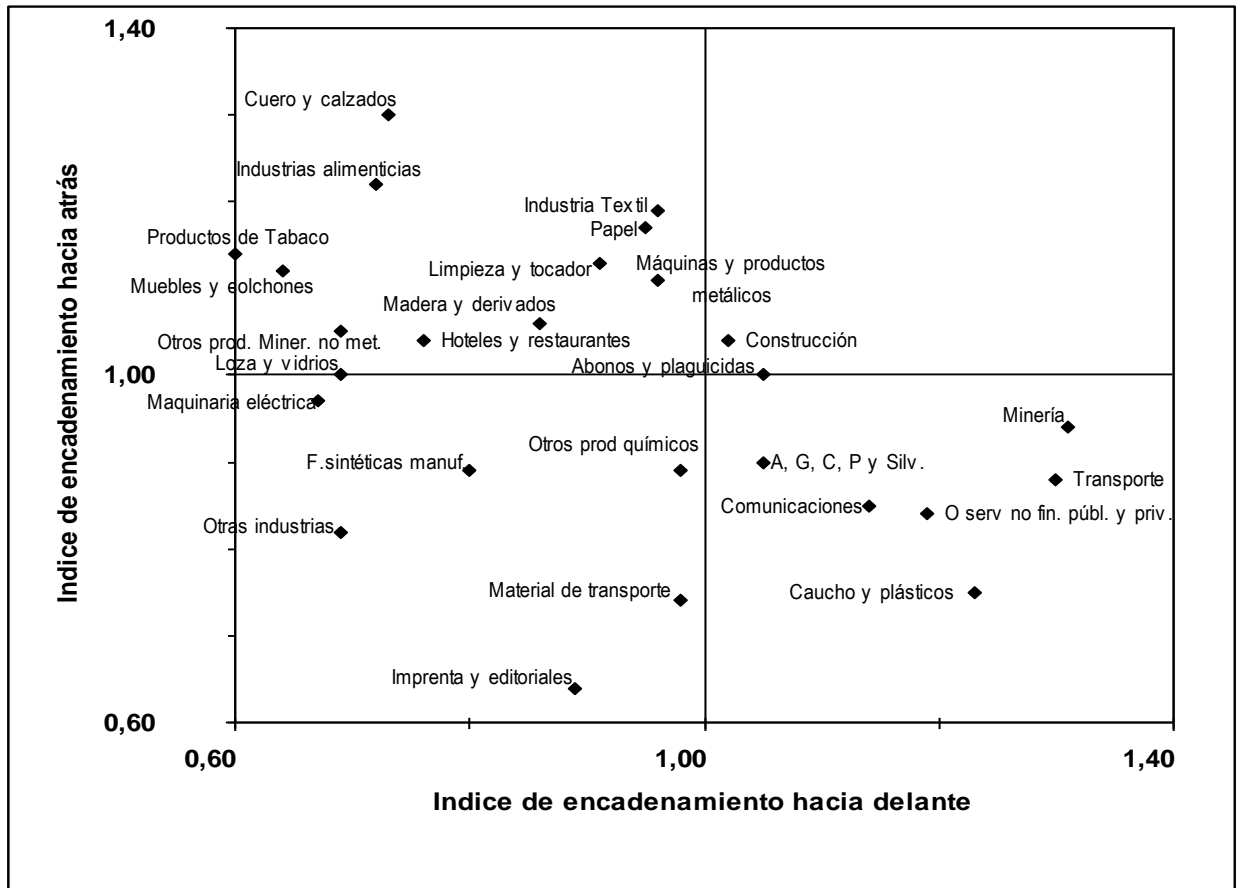
En tanto, los sectores que tienen índices de encadenamiento hacia adelante mayores a la unidad son los llamados base: agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura; minería; química básica; industria de abonos y plaguicidas; caucho y plásticos; industrias metálicas básicas; electricidad, gas y agua; construcción; comercio mayorista y minorista; transporte;

comunicaciones; instituciones financieras y otros servicios no financieros públicos y privados.

Y, si se consideran ambos índices de encadenamiento a la vez, se pueden identificar los sectores que se denominan **clave** por tener al mismo tiempo alta significación en la demanda de insumos del resto de la economía y en la provisión de materias primas a los demás sectores económicos (Hirschman, 1970).

En la Figura N° 5 se observan los distintos sectores y su relación respecto al promedio de la economía (representado como se indicó anteriormente por el índice igual a la unidad, que constituyen los ejes de la figura).

**Figura N° 5: Posicionamiento de los sectores de la economía argentina**



A partir de los resultados obtenidos en los cuadros anteriores se aplica la clasificación de Chenery y Watanabe a la economía argentina, recordando que los valores de  $U_j$  indican los eslabonamientos hacia atrás, mientras que los de  $U_i$  los que el sector tiene aguas abajo.

En términos de la figura anterior, los sectores clave son los que ocupan el cuadrante derecho superior, los independientes el izquierdo inferior, los base se sitúan en el cuadrante derecho inferior, mientras que los de fuerte arrastre en el cuadrante izquierdo inferior.

En la Tabla N° 5 se pueden individualizar los sectores que ocupan cada categoría de las que proponen los autores y el valor de sus respectivos eslabonamientos.

**Tabla N° 5: Clasificación de los sectores de la economía argentina**

<p><b>Sectores base</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura. (Uj =0.90; Ui = 1.05)</li> <li>• Minería (Uj = 0.94; Ui = 1.31)</li> <li>• Caucho y plásticos (Uj = 0.75; Ui = 1.23)</li> <li>• Electricidad, gas y agua (Uj = 0.99; Ui = 1.42)</li> <li>• Comercio mayorista ( Uj = 0.82; Ui = 3.20)</li> <li>• Comercio minorista ( Uj = 0.79; Ui = 2.16)</li> <li>• Transporte ( Uj = 0.88; Ui = 1.30)</li> <li>• Comunicaciones ( Uj = 0.85; Ui = 1.14)</li> <li>• Instituciones financieras ( Uj = 0.83; Ui = 2.40)</li> <li>• Otros svcs. no fcros. púb. y priv. (Uj = 0.84; Ui = 1.19)</li> </ul>
<p><b>Sectores clave</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Química básica (Uj = 1.05; Ui = 1.63)</li> <li>• Abonos y plaguicidas (Uj = 1.00; Ui = 1.05)</li> <li>• Industrias metálicas básicas (Uj = 1.11; Ui = 2.03)</li> <li>• Construcción (Uj = 1.04; Ui = 1.02)</li> </ul>
<p><b>Sectores independientes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprenta y editoriales (Uj = 0.64; Ui = 0.89)</li> <li>• Otros productos químicos ( Uj = 0.89; Ui = 0.98)</li> <li>• Fibras sintéticas manufacturadas ( Uj =0.89; Ui = 0.80)</li> <li>• Maquinaria eléctrica (Uj = 0.97; Ui = 0.67)</li> <li>• Material de transporte (Uj = 0.98; Ui = 0.74)</li> <li>• Otras industrias (Uj = 0.82; Ui = 0.69)</li> </ul>
<p><b>Sectores de fuerte arrastre</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrias alimenticias (Uj = 1.22; Ui = 0.72)</li> <li>• Productos de tabaco (Uj = 1.14; Ui = 0.60)</li> <li>• Industria textil (Uj = 1.19; Ui = 0.96)</li> <li>• Cuero y calzados ( Uj = 1.30; Ui = 0.73)</li> <li>• Madera y derivados ( Uj = 1.06; Ui = 0.86)</li> <li>• Papel ( Uj = 1.17; Ui = 0.95)</li> <li>• Art. de limpieza y tocador (Uj = 1.13; Ui = 0.91)</li> <li>• Loza y vidrios (Uj = 1.00; Ui = 0.69)</li> <li>• Otros prod. minerales no metálicos (Uj=1.05; Ui= 0.69)</li> <li>• Máquinas y productos metálicos (Uj = 1.05; Ui = 0.96)</li> <li>• Muebles y colchones (Uj = 1.12; Ui = 0.64)</li> <li>• Hoteles y restaurantes ( Uj = 1.04; Ui = 0.76)</li> </ul>

#### **3.4.1.4. Coeficientes de concentración**

Tal como se lo definiera, el coeficiente de concentración sirve para visualizar cómo la intensidad del impacto de un sector, medida por el valor del índice de encadenamiento, se dispersa entre los demás sectores (Rasmussen, 1963). Como se dijo anteriormente, altos valores del coeficiente de concentración indican que el efecto, con independencia de su magnitud relativa, se concentra en pocos sectores de actividad. Bajos valores evidencian que los impactos del sector en cuestión se dan en un amplio abanico de sectores.

Los sectores con menores coeficientes de concentración hacia adelante son: comercio mayorista y minorista y las instituciones financieras, por ser aquellos servicios necesarios en casi todas las actividades económicas. En cambio, los sectores con mayores valores son tabaco; artículos de limpieza y tocador; muebles y colchones; maquinaria eléctrica y otros productos minerales no metálicos, por ende son los que tienen un impacto más concentrado en ciertos sectores de la economía. Su producción es demandada sólo por algunas actividades.

Por otra parte, industrias alimenticias; tabaco; cuero y calzados; papel; abonos y plaguicidas; artículos de limpieza y tocador; fibras sintéticas manufacturadas; muebles y colchones; construcción; comercio mayorista y el sector de hoteles y restaurantes se presentan en la economía nacional como los de menor poder de concentración en el resto de la economía a través de un coeficiente para la demanda de insumos inferior al promedio (6.64).

En la Tabla N° 6 se aprecian los coeficientes de concentración de cada uno de los 32 sectores de la economía para 1997.



**Tabla N° 6: Coeficientes de concentración**

Sectores	Hacia atrás	Hacia adelante
Agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura	7,77	7,77
Minería	7,53	7,15
Industrias alimenticias	5,82	9,80
Productos de tabaco	5,51	11,11
Industria textil	6,65	8,49
Cuero y calzados	5,59	9,80
Madera y derivados	6,42	7,83
Papel	5,76	7,02
Imprenta y editoriales	7,21	7,97
Química básica	6,87	4,28
Abonos y plaguicidas	6,03	6,65
Otros productos químicos	7,49	7,06
Limpieza y tocador	5,71	11,09
Fibras sintéticas manufacturadas	6,25	8,31
Caucho y plásticos	6,82	6,67
Loza y vidrios	6,81	9,87
Otros productos minerales no metálicos	6,63	10,25
Industrias metálicas básicas	6,63	4,46
Máquinas y productos metálicos	6,75	7,85
Maquinaria eléctrica	7,13	10,09
Material de transporte	7,04	9,37
Muebles y colchones	5,38	10,17
Otras industrias	6,52	9,50
Electricidad, gas y agua	7,49	6,19
Construcción	5,56	6,33
Comercio mayorista	6,57	2,03
Comercio minorista	6,67	2,95
Hoteles y restaurantes	6,33	8,45
Transporte	7,50	6,61
Comunicaciones	7,81	6,47
Instituciones financieras	6,81	2,89
Otros servicios no financieros públicos y privados	7,43	7,70

### **3.4.1.5. La conformación de los clusters en la economía argentina**

En esta parte se aplicó el modelo de Czamanski y Ablas (1978) para identificar los clusters que conforman la economía argentina, en base al cual debe armarse una matriz que contiene los eslabonamientos hacia delante y hacia atrás entre cada par de sectores de la economía con el fin de identificar el máximo de esos cuatro valores. Los resultados de la matriz, analizados en función de la reclasificación de las ramas de actividad que se explicó anteriormente, indican la presencia de cinco clusters que tienen como ejes las siguientes actividades:

- 1) Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras
- 2) Curtido de cueros
- 3) Restaurantes
- 4) Construcción
- 5) Servicios a empresas y profesionales

Las actividades llamadas ejes son las que conforman el centro del cluster y por ello son las que presentan mayores conexiones con un grupo de sectores que pueden, a su vez, estar o no conectados entre sí.

Los mismos pueden verse en la Figura N° 6 y también apreciarse el sentido de cada eslabonamiento intersectorial, según indican las flechas en el grafo dirigido. Por ejemplo, un aumento en el cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras arrastra un incremento en la producción de semillas. Sin embargo, es importante aclarar que hay casos en que los encadenamientos son recíprocos; es decir que la producción de aceites induce a un aumento en el cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras, pero también la producción de éste conlleva un aumento en la producción de aceites como forma de agregar valor al eslabón primario. Algo similar ocurre, por ejemplo, con la industria de la construcción y la actividad inmobiliaria que, por necesitarse mutuamente, muchas veces han conformado alianzas.

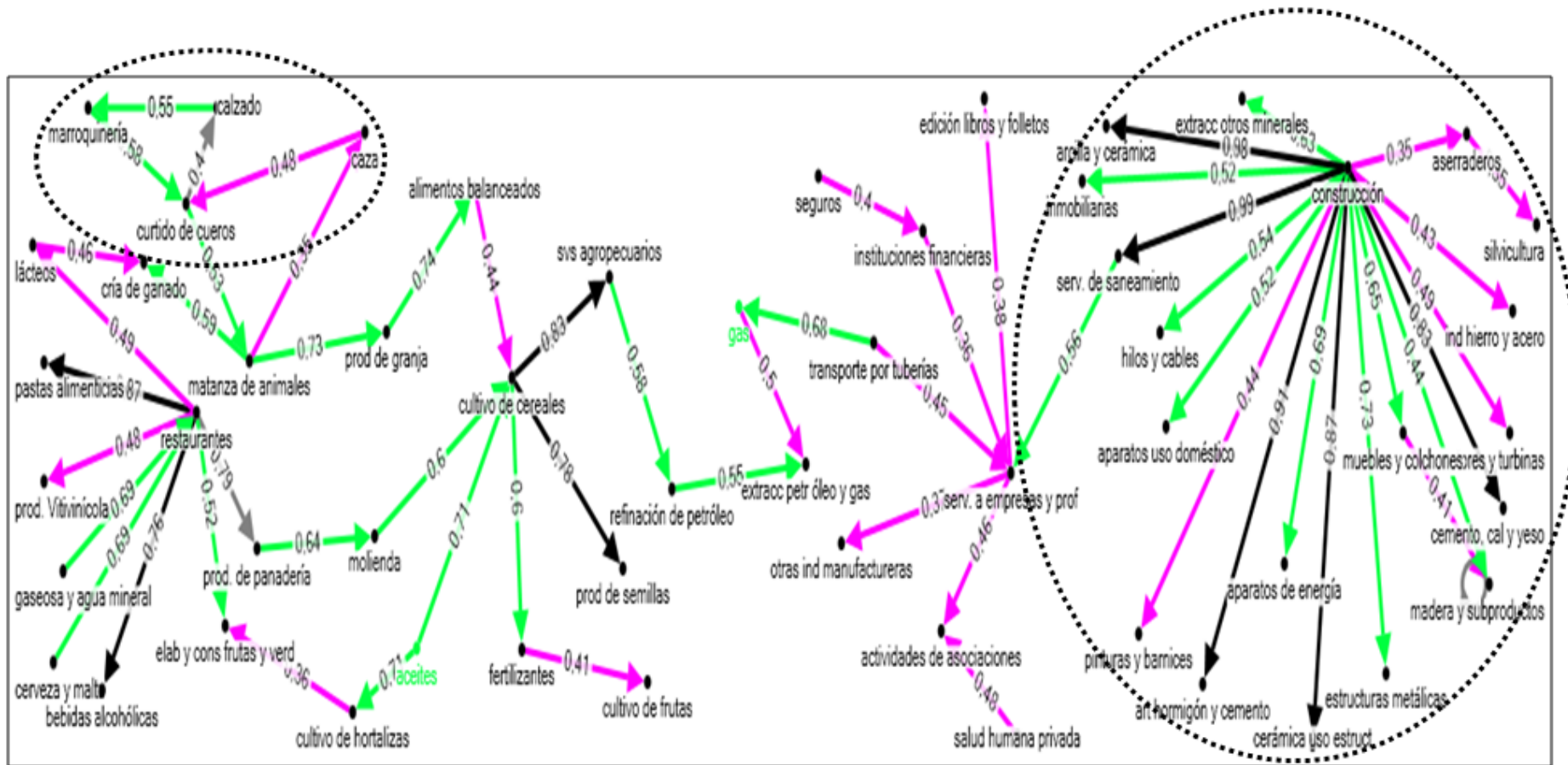
Por ello, el sentido del eslabonamiento representado por la flecha es el mayor de los que existen entre cada par de las actividades relacionadas y, a su vez, el número que figura sobre la misma representa el valor de la matriz triangular que se construyó anteriormente. Así, por ejemplo, la construcción presenta un importante efecto eslabonamiento hacia atrás con la industria de las estructuras metálicas, ya que el 73% de la producción de ésta es absorbida por el primer sector. Más destacada aún es la demanda de la construcción respecto a la producción de hormigón y cemento, que es del 91% del total producido por este sector.

Es útil resaltar que en ambos de los casos mencionados en el párrafo anterior, las estructuras metálicas y el hormigón y cemento son los insumos demandados por la construcción. Esta aclaración es necesaria ya que, si se observan las flechas que unen esos sectores, podría interpretarse como que la construcción le vende insumos al hormigón y cemento y a la industria de estructuras metálicas, ya que desde aquel sector se originan ambas flechas. Esto mismo ocurre con un sinnúmero de vínculos en todos los países considerados. La explicación radica en la metodología del modelo ya que, según se explicó anteriormente, esto no quiere decir que no se verifique también el eslabonamiento en sentido contrario al graficado, ya que hay varias actividades que representan una proporción en las ventas/compras del sector con el que eslabona mayor al 35% de umbral que establece el modelo, y al mismo tiempo el sector que recibe o provoca el eslabonamiento también representa un valor mayor al 35% de las compras/ventas del otro sector.

A su vez, y tal como lo anticipara la teoría, los clusters tienen conexiones entre sí a través de actividades que se denominan puentes, porque unen a los clusters a través de su propia demanda (si es un eslabonamiento hacia atrás) o su oferta (si es un eslabonamiento hacia delante). Por ejemplo, el cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras se une con la producción de alimentos balanceados y éstos, a su vez, con la producción de granja. Dado que esta última se vincula con la matanza de animales y ésta con la caza (relacionada con el curtido de cueros), la producción de granja constituye en un puente que une indirectamente el cluster de cereales con el de cueros. También el primero se vincula con el de restaurantes a través del puente que conforman los productos de panadería. A su vez, la cría de ganado es el puente que une a los cluster de restauración y de cueros. En tanto, los de la construcción y de servicios a empresas y profesionales se vinculan por los servicios de saneamiento (Figura N° 6). Los clusters correspondientes al año 2004 se visualizan en la Figura N° 7.

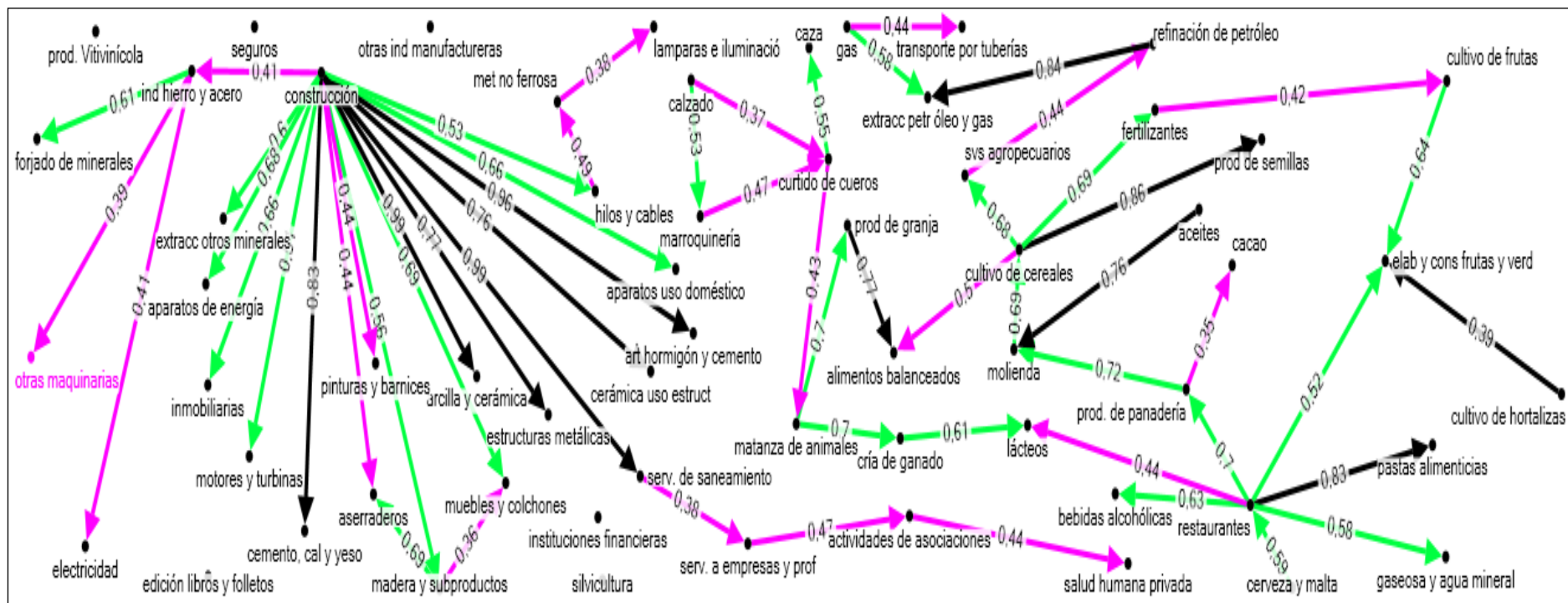
En ambas figuras, al igual que las que le siguen referidas a los clusters de otros países, se pueden visualizar ciertas actividades señaladas con un óvalo. Esta marcación será explicada en el Capítulo V cuando se haga referencia a los tipos de arquitecturas de redes, por constituir ejemplos de los mismos.

**Figura N° 6: Clusters en la economía argentina (1997)**



**Nota:** Las flechas de color fucsia indican que el eslabonamiento es débil, mientras que los verdes son los moderados y los negros los fuertes.

**Figura N° 7: Cluster en la economía argentina (2004)**



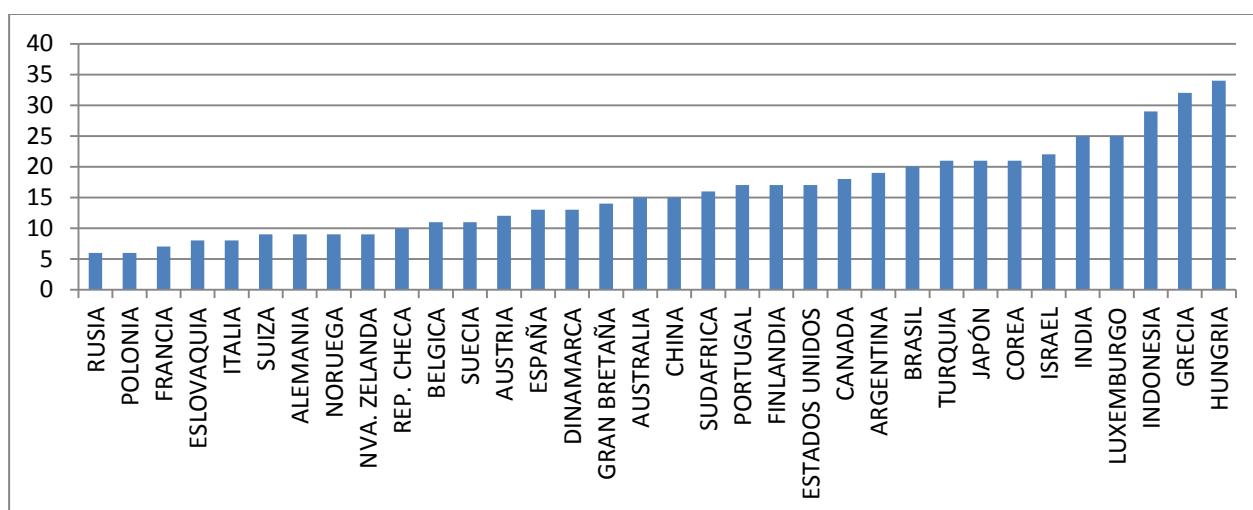
**Nota:** Las flechas de color fucsia indican que el eslabonamiento es débil, mientras que los verdes son los moderados y los negros los fuertes.

### 3.4.2. El modelo de Czamanski y Ablas (1978) para algunos países

Esta parte de la tesis tiene como objetivo presentar evidencia empírica que corrobore la teoría de los clusters presentada anteriormente, la cual indica que los países crecen más si sus actividades están eslabonadas ya que se generan, entre otros efectos positivos, economías de aglomeración y efectos derrame entre los sectores integrantes del cluster. Con ese fin, se aplicó el modelo de Czamanski y Ablas (1978) a las matrices de cuarenta y siete sectores de la muestra de treinta y seis países del trabajo de Blöchl y otros (2011).

La Figura N° 8 muestra los resultados obtenidos para cada país en cuanto a la cantidad de ramas de actividad que presentan eslabonamientos. Del mismo se desprende que la cantidad mínima de eslabonamientos se presenta en Polonia y en Rusia con 6 actividades, mientras que el máximo valor de 34 pertenece a la República Checa y a Grecia.

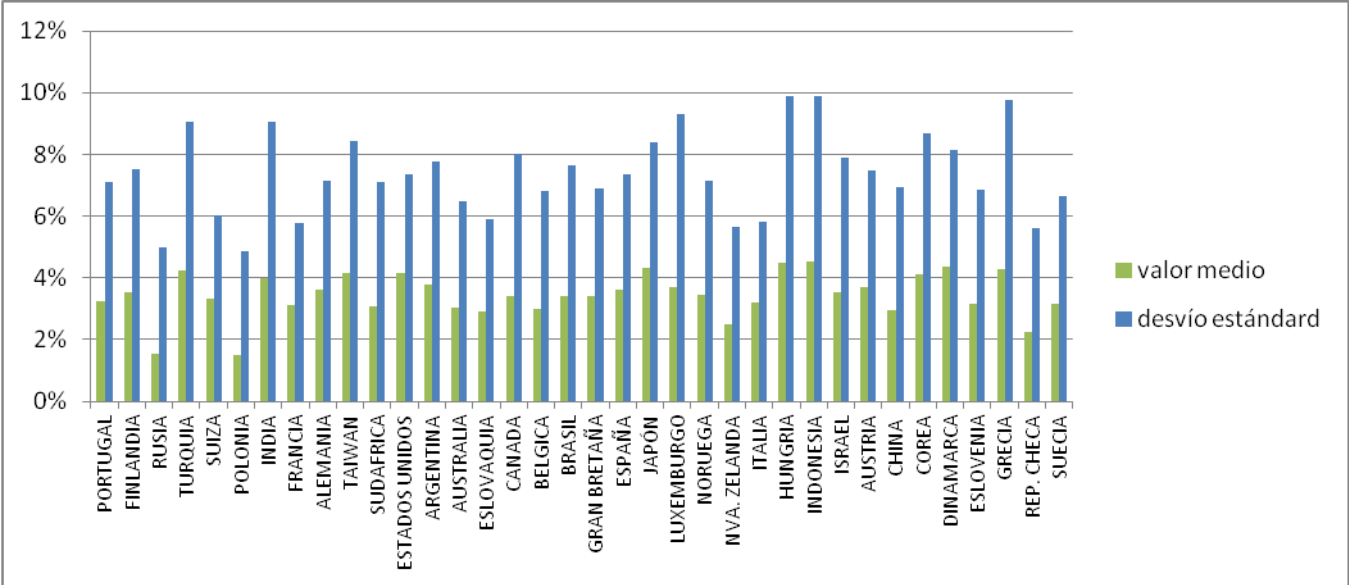
**Figura N° 8: Cantidad de ramas de actividad con eslabonamientos por país**



En tanto, el valor promedio de ese indicador es de 4.19% y el desvío es de 4.48%. Ello permite concluir que el valor de los eslabonamientos está muy por debajo del 35% que el modelo de Czamanski y Ablas (1978) impone como umbral para incluirlo en el mapeo de clusters. Ello se explicaría por la atomización de las relaciones en la cadena de valor, no existiendo proveedores o clientes que sean muy significativos, o bien la causa puede responder al criterio de clasificación de actividades que se utilizó al definir las ramas de actividad, ya que se encuentran algunas bastante particulares como Astilleros, Radio, Aeronaves y astronaves y Colecciones (Figura N° 9). De ello se desprende también que, entre

los eslabonamientos detectados, predominan los de tipo débil (entre 35 y 50% del total de compras/ventas de una rama de actividad respecto a otra).

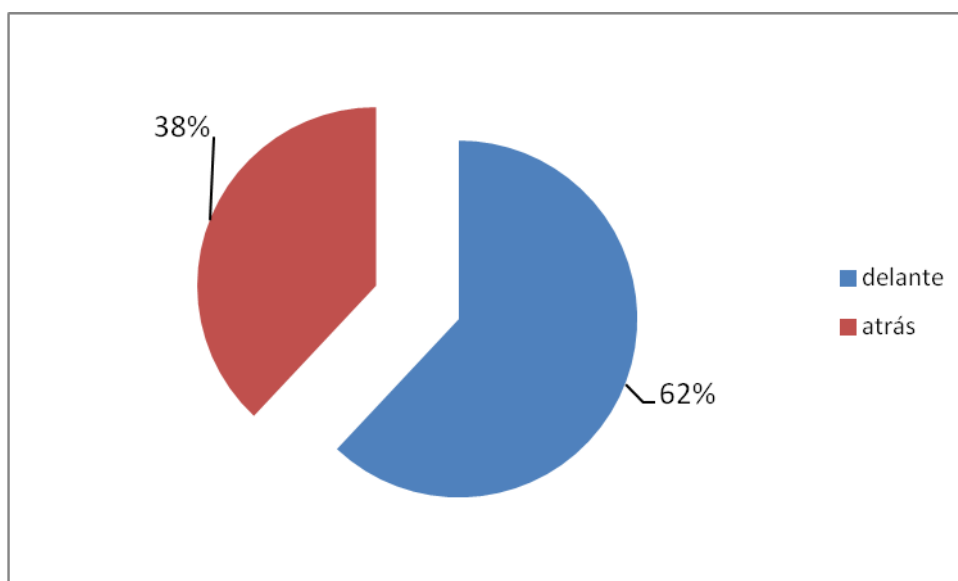
**Figura N° 9: Valor medio y desvío estándar de los eslabonamientos por país**



Respecto al sentido del eslabonamiento, se observan 356 hacia delante y 218 hacia atrás (Figura N° 10).

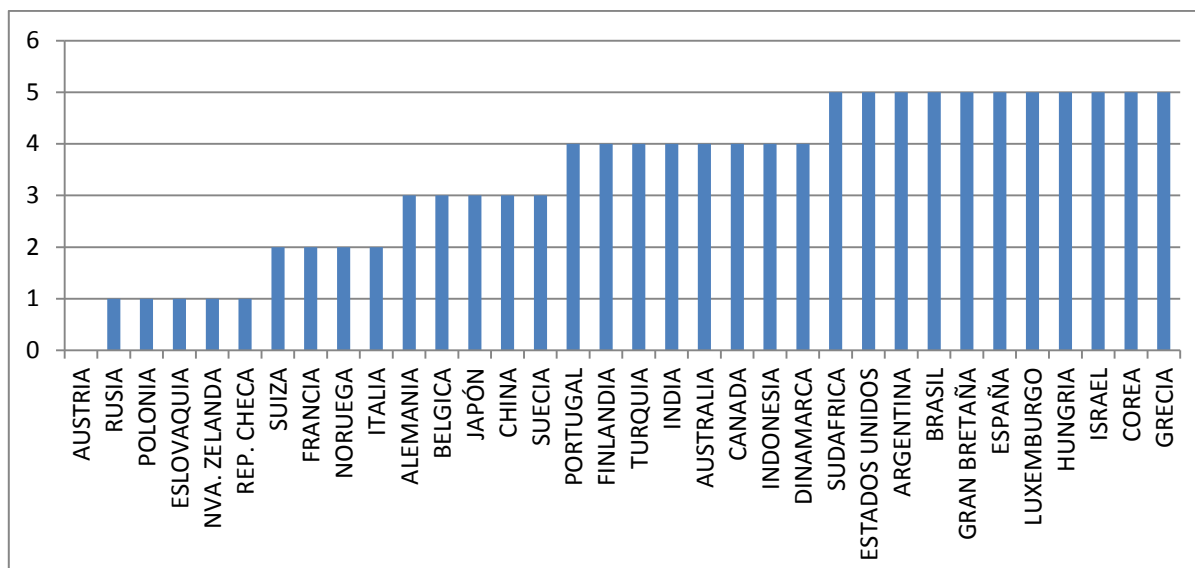


**Figura N° 10: Dirección de los eslabonamientos como porcentaje del total**



En tanto, la cantidad mínima de clusters es de 0 para Austria y la máxima de 5 para Argentina, Sudáfrica, Estados Unidos, Brasil, Gran Bretaña, España, Luxemburgo, Hungría, Israel y Corea (Figura N° 11). El promedio de clusters por país es de 3.4.

**Figura N° 11: Cantidad de clusters por país**

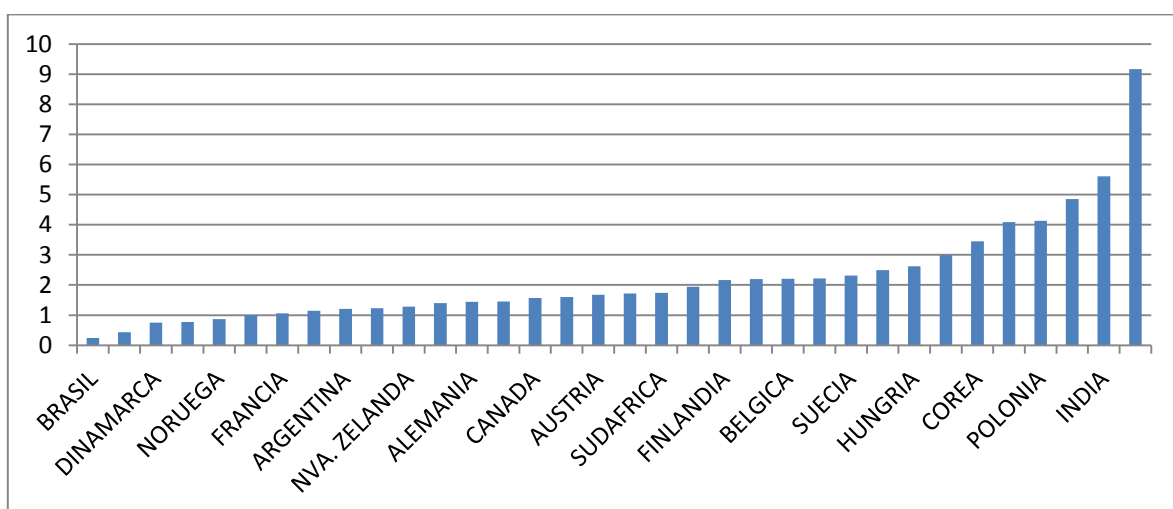


Las ramas de actividad que se repiten en la mayor parte de los clusters son: Agricultura; Alimentos; Hoteles y restaurantes; Minería; Comercio; Transporte; Madera; Químicos (excluyendo farmacia); Caucho; Coque; Hierro y acero y Otros productos minerales no metálicos. También en varios países es muy importante la Administración Pública y sus

vinculaciones con la Educación y la Salud Pública, en mayor medida y con la I&D en menor proporción. El otro cluster que aparece en todos los países es el de la Construcción, que provoca eslabonamientos hacia adelante con la actividad de Bienes Raíces y la de Finanzas y Seguros y hacia atrás con la producción de insumos como Madera, Metales y Minerales, entre otros. Estos resultados coinciden, en parte, con los hallados por Blöchl y otros (2011), quienes mencionan al Comercio como el sector más central de la economía de la mayor parte de los países seguido por los Vehículos a motor, los Alimentos y la Construcción.

Para reforzar estos resultados, en el próximo apartado de esta tesis se medirá la centralidad de caminante aleatorio para cada rama de actividad de las treinta y seis MIP y se relacionará la contribución del crecimiento de las mismas al crecimiento agregado del país. Para ello, en la Figura N° 12 se observa la tasa de crecimiento promedio entre 1998 y 2012 del PBI per cápita de cada uno de los países considerados en la muestra, según datos de la OCDE.

**Figura N° 12: Tasa de crecimiento del PBI per cápita por país**



Del análisis que sigue puede concluirse que no hay una relación directamente proporcional entre el número de eslabonamientos y/o la conformación de clusters con el crecimiento de un país ya que se observan casos como el de la India, donde hay un gran número de eslabonamientos en relación a los otros países y una tasa de crecimiento promedio del PBI per cápita también superior al igual que en China.

Sin embargo, otros países como Japón, Portugal, Israel, Grecia y Brasil registran una tasa de crecimiento baja y tienen una importante cantidad de eslabonamientos entre sus ramas productivas. En sentido contrario, hay países como Rusia y Polonia que han crecido a una tasa importante, aún evidenciando pocas relaciones intersectoriales que superen el umbral del modelo propuesto. Lo mismo ocurre con Eslovaquia, en donde sólo hay un cluster. Tiene 8 eslabonamientos superiores al 35% y sin embargo, logró crecer en términos per cápita al 4.09% promedio.

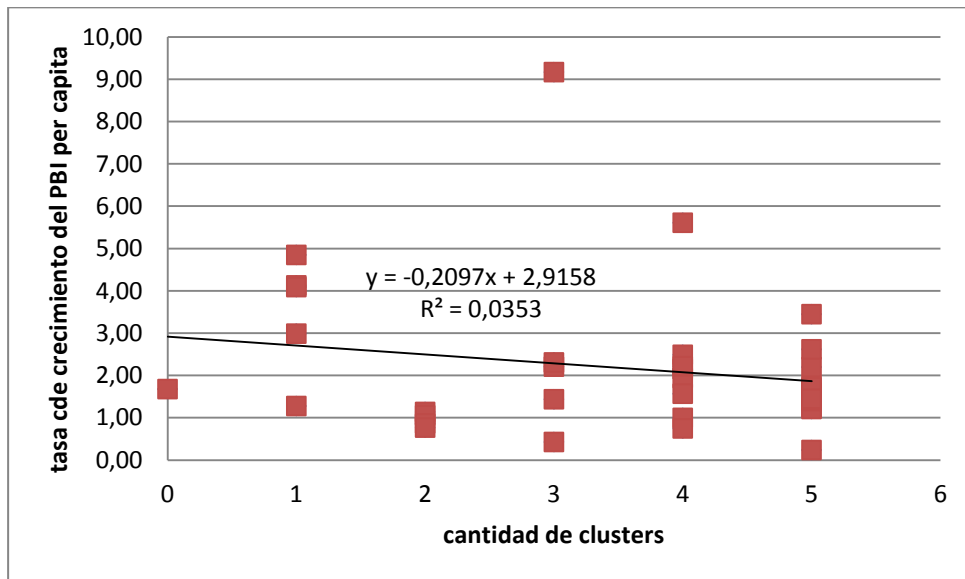
Entre esos extremos hay países que tienen una gran cantidad de eslabonamientos en comparación con los otros países de la muestra y registran una tasa de crecimiento del PBI per cápita que ronda el 2.5% promedio (Hungría, Indonesia, Luxemburgo, Turquía, Argentina y Corea). También hay países que crecieron poco en comparación con el resto y que también tienen pocos eslabonamientos, tales como Noruega, Nueva Zelanda, Italia, Francia, Suiza, Alemania, Dinamarca y Bélgica. Por último, el resto de casos considerados, tales como Finlandia, Sudáfrica, Estados Unidos, Australia, Canadá, Gran Bretaña, España, Austria, República Checa y Suecia, exhiben entre 10 y 20 eslabonamientos y han crecido entre el 1.5 y 3% en promedio en términos per cápita (Tabla N° 7).

**Tabla N° 7: Relación entre los eslabonamientos y el crecimiento económico**

Crecimiento\ eslabonamientos	Pocos	Medios	Muchos
Bajo	Noruega Nva. Zda. Italia Francia Suiza Alemania Dinamarca Bélgica	Eslovenia	Japón Portugal Israel Grecia Brasil
Medio		Finlandia Sudáfrica EE.UU. Australia Canadá Gran Bretaña España Austria República Checa Suecia	Hungría Indonesia Luxemburgo Turquía Argentina Corea Taiwan
Alto	Rusia Polonia Eslovaquia		India China

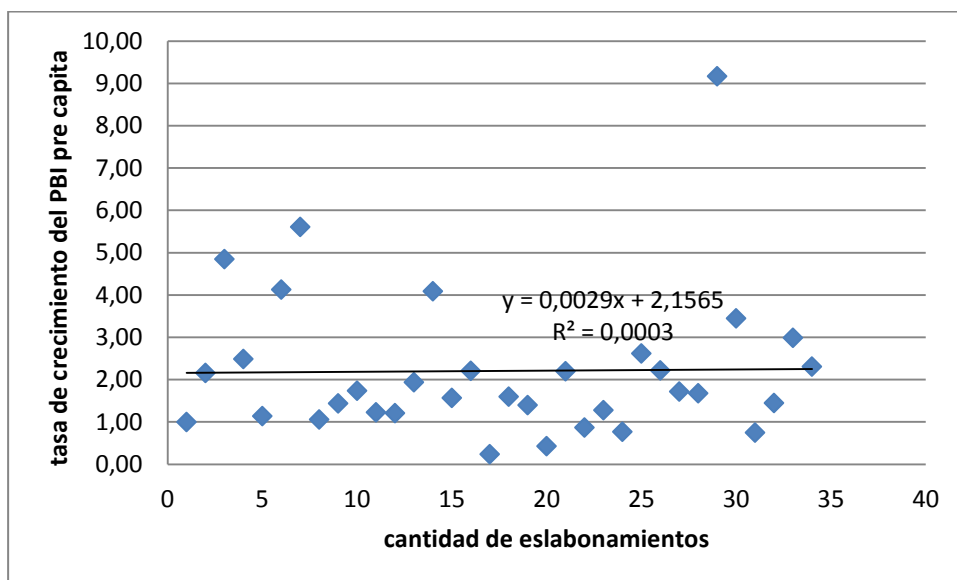
Para reforzar la evidencia de que no hay una relación directa entre la cantidad de clusters y la tasa de crecimiento del PBI per cápita de los países considerados, puede apreciarse la siguiente figura, en donde se muestra que la cantidad de clusters explica sólo el 3% del crecimiento.

**Figura N° 13: Relación entre la cantidad de clusters y la tasa de crecimiento del PBI**



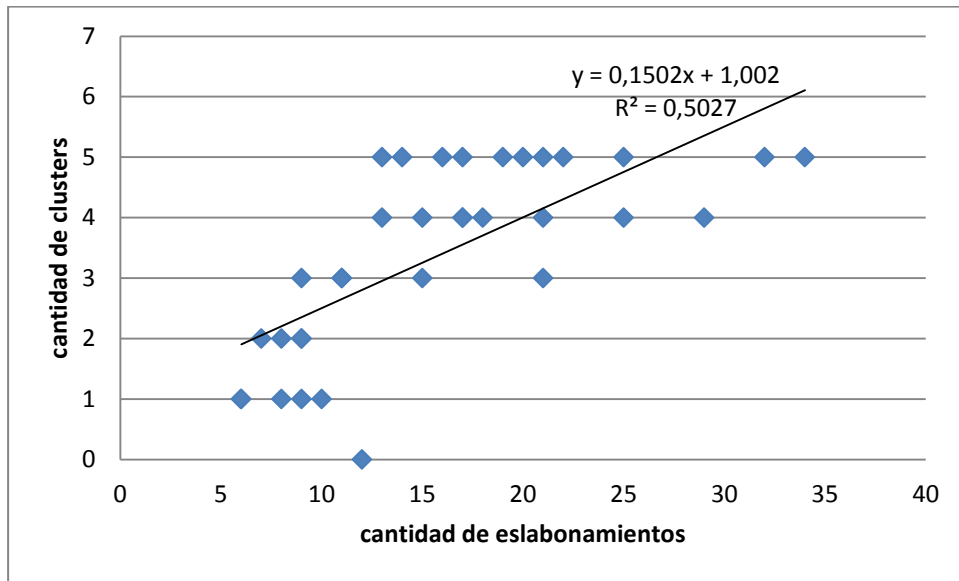
En tanto, en la Figura N° 14 se observa la ausencia de una relación entre la cantidad de eslabonamientos y la tasa de crecimiento del PBI per cápita.

**Figura N° 14: Relación entre la cantidad de eslabonamientos y la tasa de crecimiento del PBI**



Finalmente, en la Figura N° 15 se muestra que sí hay una relación entre la cantidad de eslabonamientos y la de clusters, ya que aquella explica el 50% de los mismos.

**Figura N° 15: Relación entre la cantidad de eslabonamientos y la de clusters**



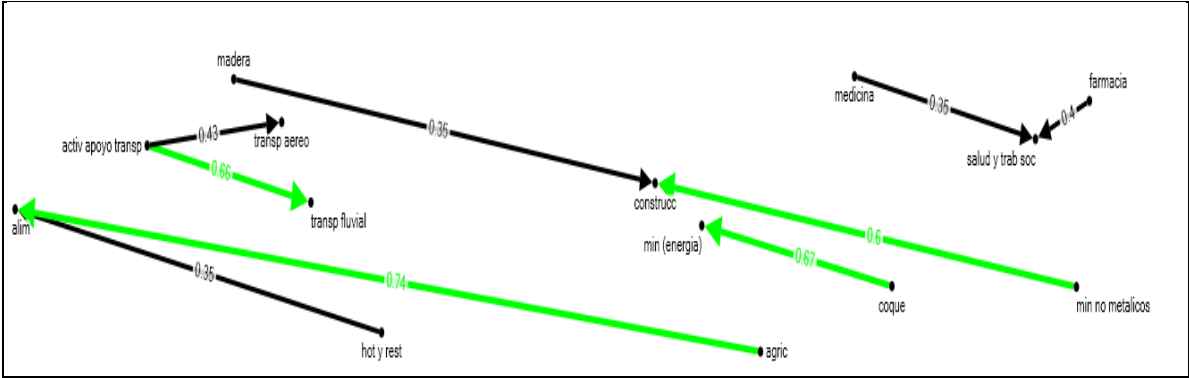
A continuación, en las siguientes figuras pueden verse los mapas de eslabonamientos y la conformación de clusters de países en particular. El criterio de selección fue el de ilustrar las redes de casos que resultan de interés como el de Argentina y Brasil, otras de países desarrollados y otras que sean los extremos en cuanto a cantidad de eslabonamientos (Alemania y Polonia con pocas conexiones y otros países con redes más articuladas, como son los casos de Grecia, Japón y Hungría).

Se trata de grafos dirigidos, ya que puede apreciarse que las flechas indican el sentido del mayor de los eslabonamientos que se produce entre cada par de sectores considerado, tal como indica el modelo de Czamanski y Ablas (1978). Vale recordar que esto no quiere decir que no se verifique también el eslabonamiento en sentido contrario al graficado, ya que hay varias actividades que representan una proporción en las ventas/compras del sector con el que eslabona, mayor al 35% de umbral que establece el modelo y, al mismo tiempo el sector que recibe el eslabonamiento también representa un valor mayor al 35% de las compras/ventas del otro sector.

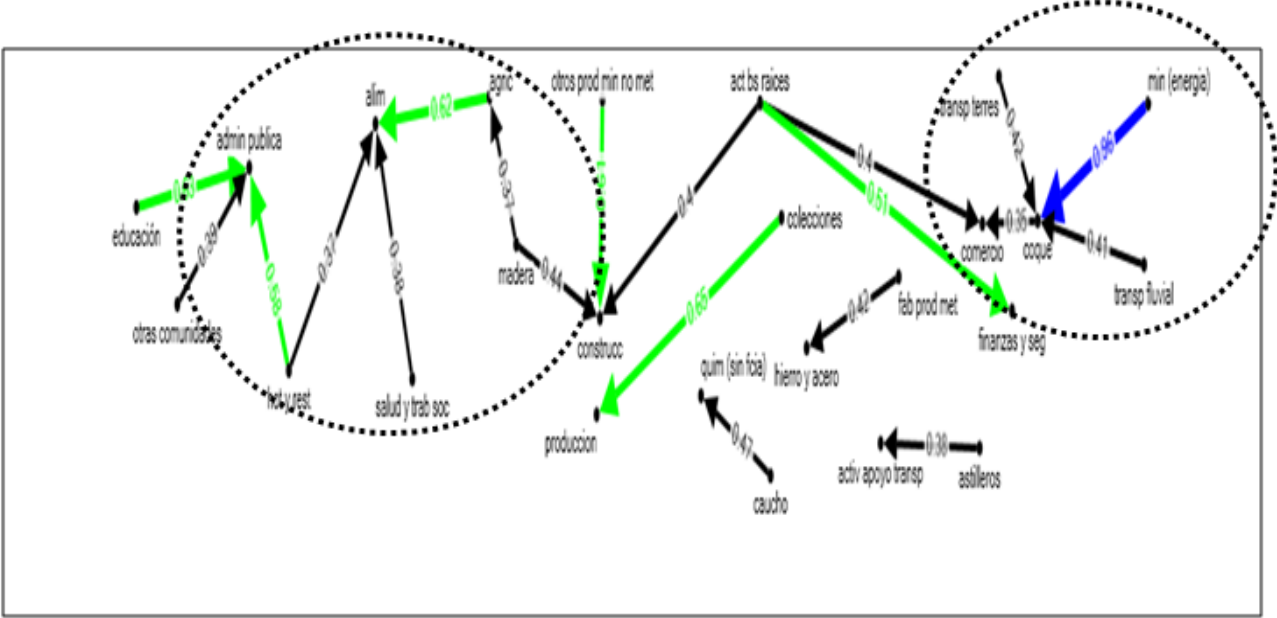
Además, de acuerdo a los colores, puede clasificarse la intensidad del eslabonamiento: el negro es débil, es decir entre el 35% y el 50% de las compras/ventas de un sector respecto al

otro; el verde es de tipo moderado o sea entre el 50% y el 75%, mientras que el azul es fuerte que se da cuando el eslabonamiento supera el 75%.

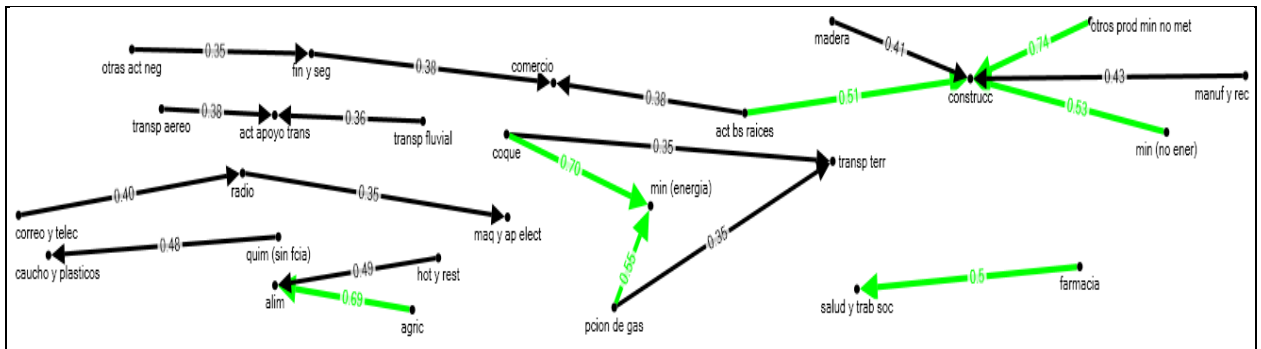
**Figura N° 16: Red de Alemania**



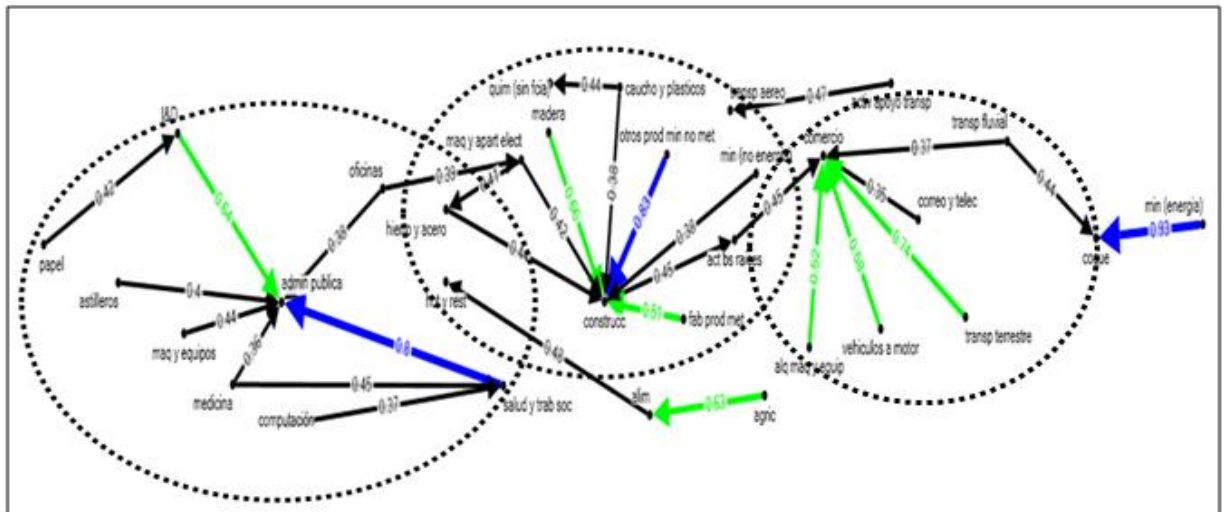
**Figura N° 17: Red de Brasil**



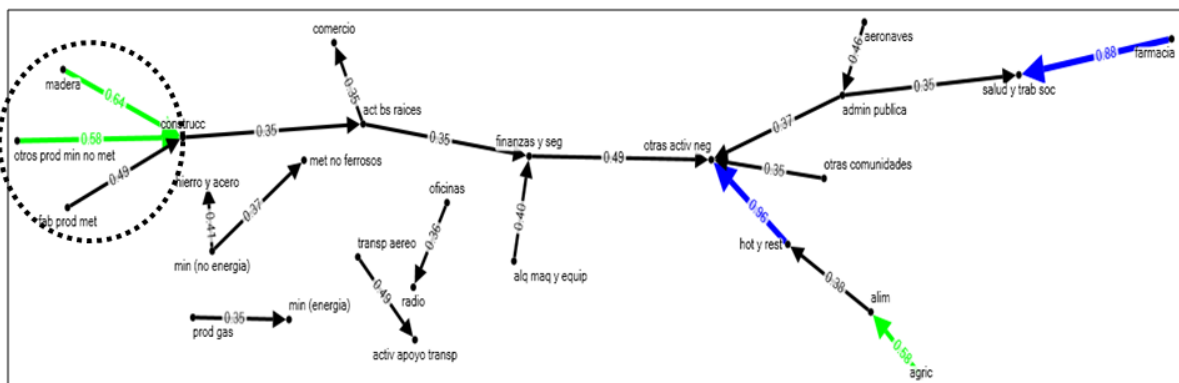
**Figura N° 18: Red de Argentina**



**Figura N° 19: Red de Grecia**

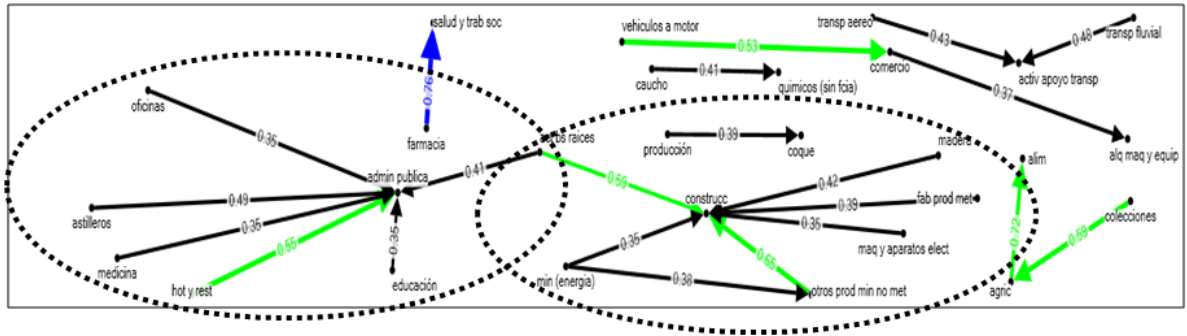


**Figura N° 20: Red de Japón**

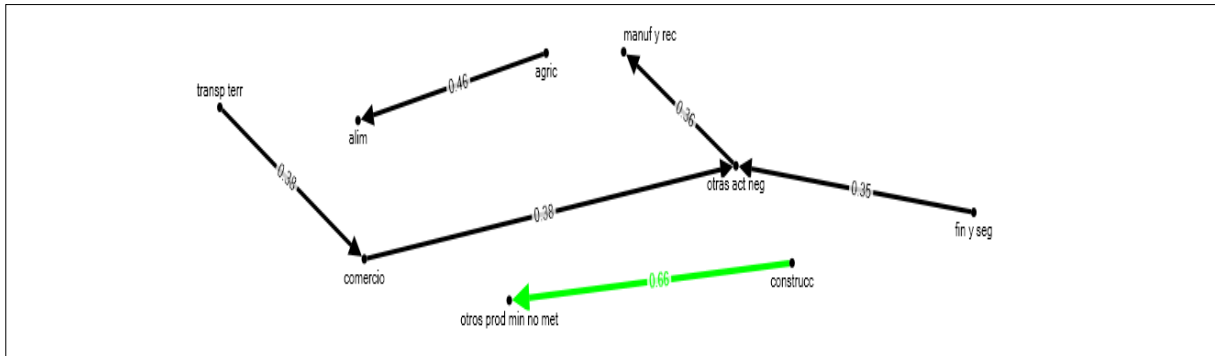




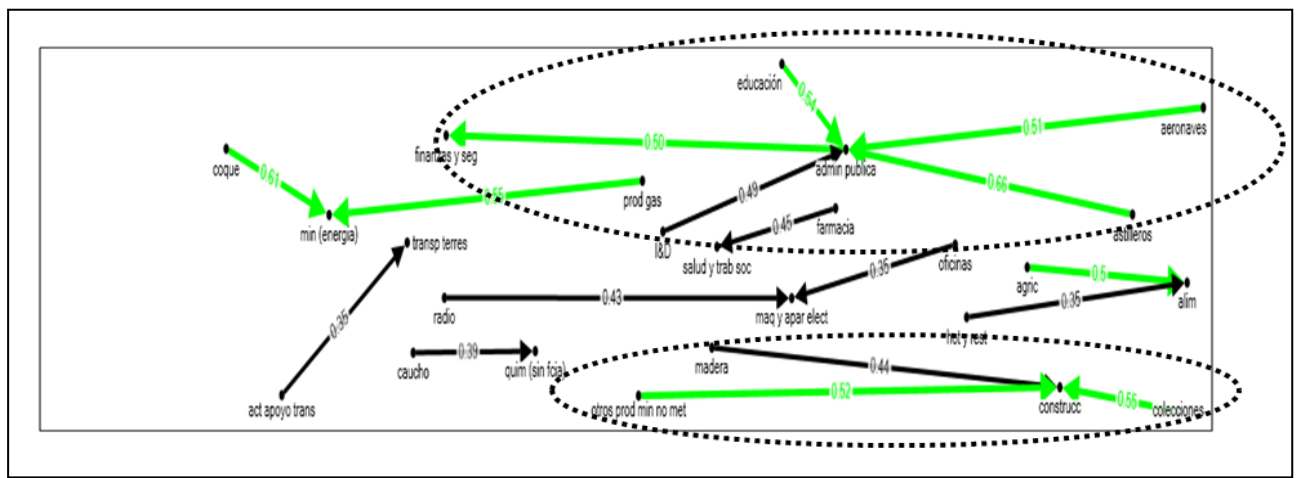
**Figura N° 21: Red de Israel**



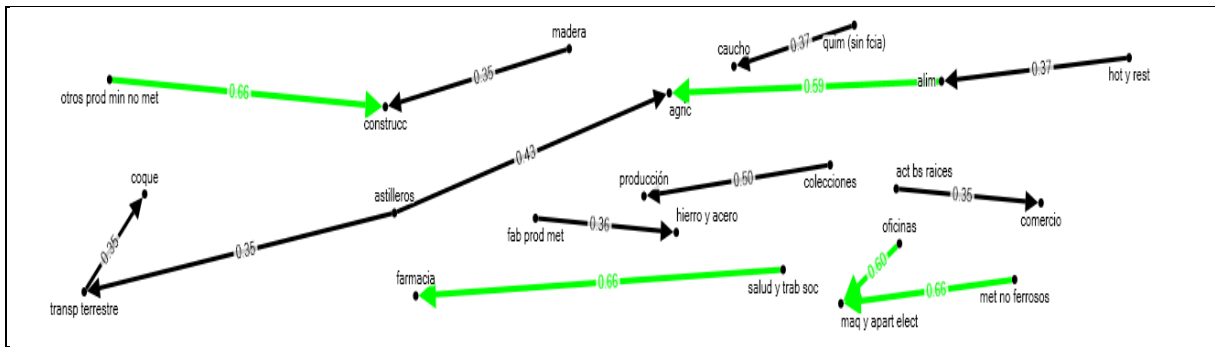
**Figura N° 22: Red de Polonia**



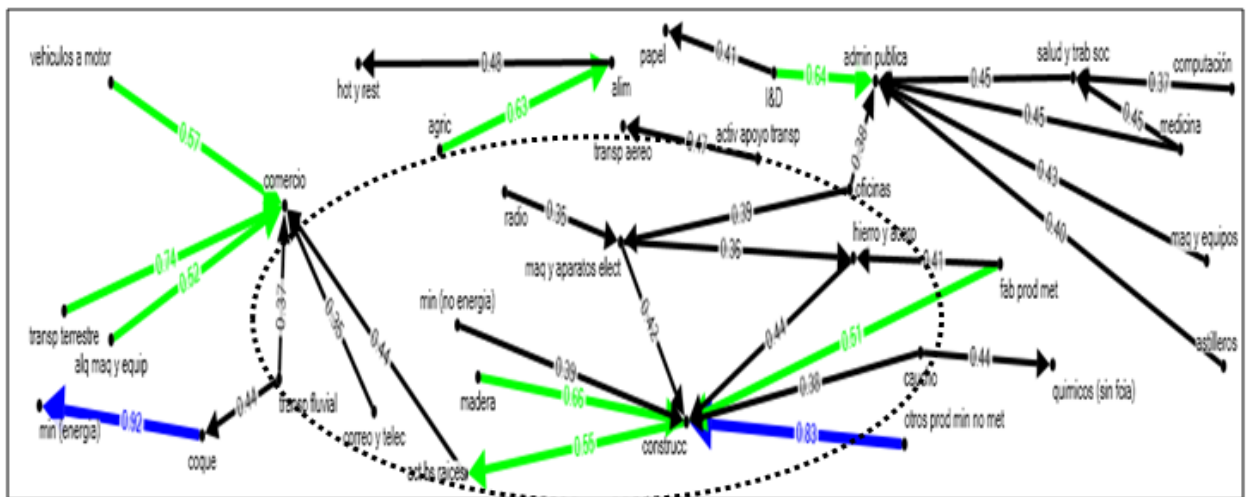
**Figura N° 23: Red de Estados Unidos**



**Figura N° 24: Red de China**



**Figura N° 25: Red de Hungría**



**3.4.3. Impacto del crecimiento de los sectores según su centralidad**

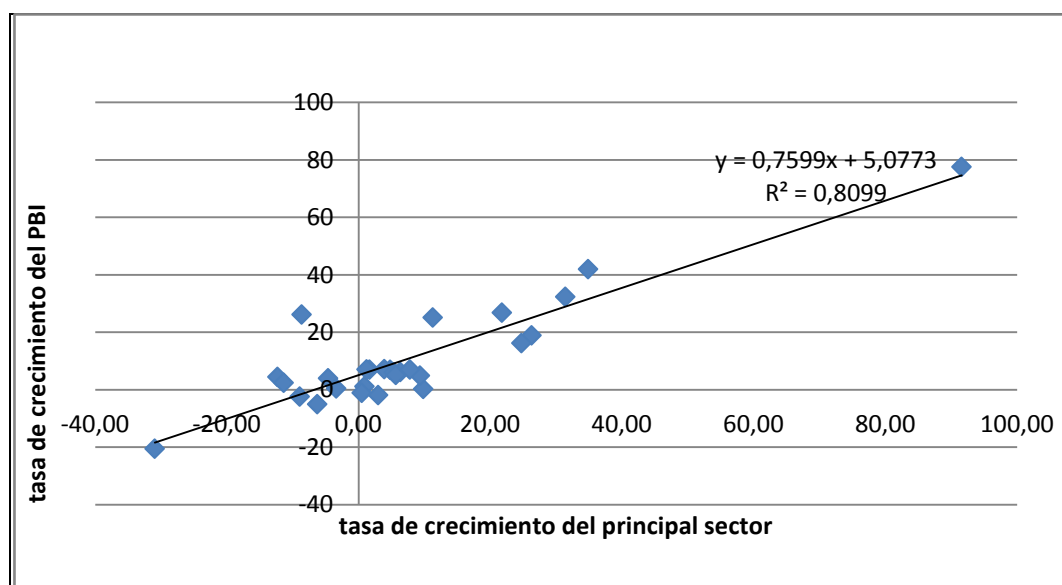
El objetivo de esta parte de la tesis es relacionar la tasa de crecimiento del PBI de ciertos países con la de los sectores más centrales para comprobar si estos últimos impulsan a la actividad agregada. Los sectores más centrales están relacionados con el análisis de clusters realizado en el apartado anterior.

En el apéndice se exponen los resultados derivados de la aplicación del programa MATLAB, propuesto por Blöch y otros (2011) para determinar cuáles son los sectores más importantes

(según la centralidad de caminante aleatorio) en la muestra de treinta y seis países considerados en este capítulo.

Se obtuvo que el comercio es el sector central en el 67% de los casos, la construcción en el 19% de los países, la administración pública en el 11% y otros servicios en el 3% restante (Figura N° 26).

**Figura N° 26: Relación entre la tasa de crecimiento del PBI y la de los sectores más centrales (2006-2012)**

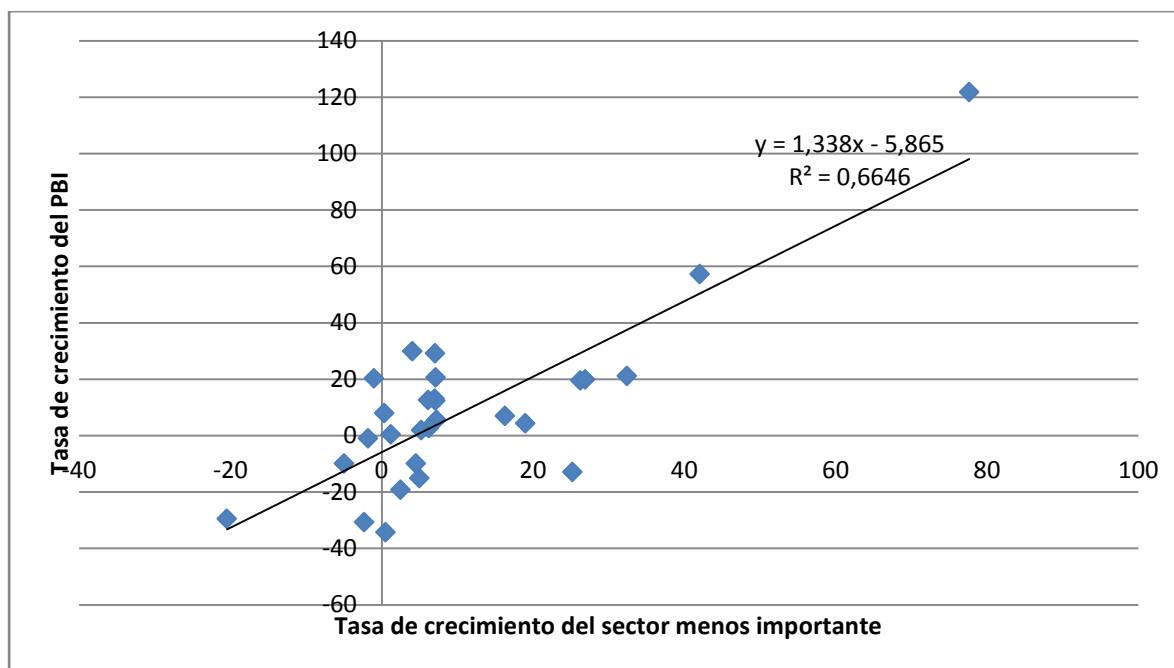


De la figura anterior se desprende que el 81% de la tasa de variación del PBI se explica por la tasa de variación de la producción de los sectores considerados más centrales.

Para la misma muestra de países y en idéntico período considerado, se analiza el aporte a la tasa de crecimiento del PBI de las ramas menos centrales. En este caso, se encuentra que el nivel de explicación es sólo del 66% (Figura N° 27). En tanto, las ramas de actividad que se incluyeron son: electricidad, en un 11% de los casos; industria, en un 7% y el resto corresponde a minería (no energía), las cuales no concuerdan exactamente con las registradas por el indicador de centralidad mencionado anteriormente, ya que no se dispone de información acerca de la tasa de crecimiento de todos los sectores económicos que sea homogénea entre los países incluidos en la muestra. Por ende, para el análisis se tomaron en cuenta los sectores menos importantes y que a su vez se conoce su tasa de crecimiento según

OCDE. Ello significa sobreestimar el resultado de nivel de explicación obtenido, ya que de haberse tomado en cuenta las que son menos importantes para cada país, sin dudas, el  $R^2$  hubiese sido menor al obtenido.

**Figura N° 27: Relación entre la tasa de crecimiento del PBI y la de los sectores menos centrales (2006-2012)**



Del análisis conjunto de los dos casos, puede concluirse que se verifica que los sectores más centrales en cada país explican una mayor tasa de crecimiento del PBI; en tanto, los sectores menos centrales están menos correlacionados con el crecimiento de la actividad agregada.

### 3.5. Conclusión

La teoría de los clusters sostiene que la aglomeración de empresas ya sea sectorial, regional o a través de la cadena de valor, provoca externalidades que vuelven a éstas más competitivas y por ende favorecen el crecimiento de ese país.

Sin embargo, en este capítulo no se han encontrado pruebas que afirmen rotundamente esta hipótesis, ya que se presentó evidencia de países con altas tasas de crecimiento donde no se hallan clusters y también de la situación contraria. De cualquier manera, se reconoce que este

resultado es arbitrario ya que el modelo utilizado para identificar el mapa de los clusters establece límites que son subjetivos, por lo que de modificar esos parámetros la conclusión podría ser diferente.

Por otra parte, sí se ha verificado un fenómeno que es más o menos obvio: si en un país hay más eslabonamientos entre sus sectores productivos es más probable que se conformen clusters de cadena de valor.

Por último, vale destacar que se ha aportado un análisis que comprueba que hay sectores productivos que, por su lugar central en la red de producción, se convierten en motores o claves en la economía, ya que su crecimiento explica en gran medida el crecimiento a nivel agregado.

## **CAPITULO IV: Hechos Estilizados del Crecimiento con Redes de Producción**

En esta parte de la tesis se aporta evidencia empírica para testar la hipótesis de Acemoglu y otros (2012) acerca de que la arquitectura de la red que conforma la MIP influye en el crecimiento de los países. Por otra parte, se realiza un análisis de clusters a una muestra ampliada de cien países, con el objeto de determinar si las métricas de dichas redes afectan la tasa de crecimiento de esas economías.

Por ello, a continuación se exponen los resultados que se relacionan con el mencionado modelo que surgen de un trabajo empírico realizado a partir de las MIP de treinta y seis economías con diferente grado de desarrollo del trabajo de Blöchl y otros (2011) con el mencionado objetivo de incorporar la arquitectura de la MIP, capturadas como proxy por once métricas que se desprende al análisis de esas redes, como determinantes del crecimiento económico de los países.

### **4.1. Modelo de Acemoglu y otros (2012)**

Aquí el agente representativo de cada economía es provisto con una unidad de trabajo, suministrada inelásticamente y tiene preferencias Cobb-Douglas sobre  $n$  bienes; esto es

$$u(c_1, c_2, \dots, c_n) = A \prod_{i=1}^n c_i^{1/n}$$

donde  $c_i$  es el consumo del bien  $i$  y  $A$  es una constante de normalización.

Los bienes son producidos por sectores productivos competitivos y pueden ser consumidos o usados por otros sectores como insumos a partir de una función de producción con tecnología Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala.

Formalmente, el producto del sector  $i$ , anotado como  $x_i$ , es

$$x_i = z_i^\alpha l_i^\alpha \prod_{j=1}^n x_j^{1-\alpha w_{ij}}$$

Donde  $l_i$  es el monto de trabajo contratado por cada sector que opera también con rendimientos constantes a escala,  $\alpha \in 0,1$  es la participación del trabajo,  $x_{ij}$  es el monto del bien  $j$  usado en la producción del bien  $i$ , y  $z_i$  es un shock de productividad idiosincrático del sector  $i$ . Los shocks son independientes entre sectores. Los exponentes  $w_{ij} \geq 0$  designan el porcentaje del bien  $j$  en el total de bienes intermedios empleados por las firmas en el sector  $i$ . Los  $w_{ij}$  se corresponden con las entradas en las tablas de insumo-producto, midiendo el gasto en el insumo  $j$  por valor de producción del bien  $i$ .

La estructura de comercio intersectorial queda representada por la MIP  $W$  con las entradas  $w_{ij}$ . Las relaciones entre los diferentes sectores de la economía pueden ser equivalentemente representadas por un grafo dirigido ponderado con  $n$  vértices, denominado red intersectorial o red de producción. Cada vértice corresponde a un sector de la economía y un enlace dirigido  $i, j$  con ponderador  $w_{ij} > 0$  existe desde el sector  $i$  al sector  $j$  si el sector  $i$  es un proveedor del sector  $j$ .

También se define el grado saliente ponderado (o simplemente el grado ponderado) del sector  $i$  como el porcentaje del producto del sector  $i$  en la oferta de insumo de la economía entera, esto es:

$$d_i \equiv \sum_{j=1}^n w_{ji}$$

Se aprecia que cuando todos los ponderadores de los enlaces no nulos son idénticos, el grado saliente del vértice  $i$  es proporcional al número de sectores del que es proveedor. Acemoglu y otros (2012) establecen luego que el logaritmo del valor real añadido está dado por:

$$y \equiv \log PBI = v' \varepsilon$$

donde  $\varepsilon \equiv \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  y el vector de dimensión  $n$ , llamado el *vector de influencia*, es definido como:

$$v \equiv \frac{\alpha}{n} [I - (1-\alpha)W']^{-1} \mathbf{1}$$

Entonces, el logaritmo del valor agregado, al cual por simplicidad nos referimos como producto agregado, es una combinación lineal del logaritmo de los shocks sectoriales con coeficientes determinados por los elementos del vector de influencia. La última ecuación muestra que el producto agregado depende de la red intersectorial<sup>1</sup>. Es por ello que sectores en posiciones más centrales en la representación de la red de la economía juegan un rol más importante en determinar el producto agregado. Esta pequeña formulación relaciona entonces, directamente a la estructura de la MIP con la conformación del PBI en cada período de tiempo.

En resumen, una cuestión importante de esta modelización es que establece una relación directa entre la forma en que el entramado de relaciones de producción se establece y el producto bruto de la economía. El entramado, así presentado, puede ser caracterizado por métricas que definen ciertas propiedades internas de la red. Sobre el efecto de esas propiedades y el crecimiento económico es el tema que se trata a continuación.

## 4.2. Modelo econométrico

En el caso de estudio se consideraron matrices estandarizadas de cuarenta y siete sectores relevadas entre los años 1997 y 2001, de los siguientes treinta y cinco países: Alemania, Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Corea, Dinamarca, Eslovaquia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Holanda, Hungría, India, Indonesia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, Suiza, Suecia, República Checa, Sudáfrica y Turquía. Los datos fueron provistos por el trabajo de Blöchl y otros (2011).

El resto de las variables de control se midieron entre los años 1988 y 2012 en promedios de 5 años. Se reconoce que se están vinculando variables que están medidas en un momento del tiempo, como son las métricas de la red derivada de la MIP con series de tiempo derivadas de las variables macro incluidas en el análisis. Este supuesto no es del todo restrictivo ya que,

---

<sup>1</sup> Este también puede interpretarse como un vector de ventas de la economía. Hulten (1978) y Gabaix (2011) crean la productividad total de los factores agregada a partir de la productividad sectorial de factores ponderado por las ventas de cada sector. Este enfoque no será ampliado en esta breve introducción.



como se verá más adelante, se ha probado que las métricas no cambian en el corto plazo, lo que verifica en cierto modo el supuesto que sostiene a la MIP acerca de los coeficientes fijos de producción.

El análisis se llevó a cabo mediante tres técnicas econométricas: Datos Agrupados, Efectos Variables y Errores Estándar Corregidos para Panel (PCSE, que corrige por heteroscedasticidad, es decir la violación del supuesto de igual varianza de los errores de las observaciones).

La variable dependiente es la tasa de crecimiento del PBI per cápita, y las variables independientes son las que se usan en la mayor parte de los modelos de crecimiento: Inversión (como porcentaje del PBI), Gasto Público en bienes finales (como porcentaje del PBI), Inflación (medida por la variación del IPC), Grado de Apertura de la Economía (exportaciones más importaciones, como porcentaje del PBI).

Por su parte, las redes poseen propiedades globales en sus interconexiones que pueden ser mensuradas. Distintas propiedades fueron medidas a fin de intentar capturar alguna dimensión relevante que se asocie con el crecimiento económico. Las variables explicativas que se agregan son las siguientes métricas que se derivan de las MIP y que, aunque fueron presentadas en la parte metodológica de esta tesis, conviene recordarlas en este apartado. Las mismas se obtienen con el programa NODE XL:

- **Enlaces totales:** Es la suma de los enlaces únicos más los duplicados, o sea, el total de relaciones intersectoriales (**ET**).
- **Total de sectores relacionados consigo mismos:** Existen autoenlaces cuando una rama de actividad demanda o provee productos o servicios a sí misma. Es la diagonal de la MIP (**AE**).
- **Coefficiente de par de vértices recíprocos:** Indica el número de nodos adyacentes con enlaces en ambas direcciones como porcentaje del total de nodos adyacentes. Es un indicador del grado en que una rama de actividad exhibe interdependencia mutua con los sectores con quienes se haya relacionado (**PVR**).

- **Coefficiente de enlaces recíprocos:** Un enlace del vértice A a B es recíproco si el grafo también tiene un enlace del vértice B al vértice A. Este indicador determina el grado de interdependencia mutua de las ramas de actividades de la MIP (**RER**).
- **Componentes conectados:** Un componente conectado de un grafo dirigido es un subgrafo en el que cualquiera de los dos vértices están conectados entre sí por caminos, y que no está conectado a ningún vértice adicional en el supergrafo. En las redes de MIP hay muy pocos componentes desconectados (**CC**).
- **Componentes conectados de vértice único:** Sectores aislados, separados del resto de la red. Aparentemente, en el caso de las MIP analizadas, también se registran muy pocos casos. (**CVU**)
- **Número máximo de vértices en un componente conectado:** Indica cuántos nodos, o sea, ramas de actividad, tiene el grupo conectado más grande. (**MXVCC**)
- **Número máximo de enlaces en un componente conectado:** Indica cuántos enlaces (relaciones intersectoriales) tiene el grupo conectado más grande. (**MXECC**)
- **Máxima distancia geodésica (diámetro):** Es el número de pasos máximo que hay que realizar para salir de un nodo y llegar al más lejano. (**MDG**)
- **Distancia geodésica promedio:** Es la suma de las distancias entre todos los nodos (ramas de actividad) dividido el número de nodos. Es un indicador de grado de accesibilidad. En las redes MIP la distancia geodésica promedio es muy bajo. (**DGM**)
- **Densidad de la red:** Mide en qué grado es explotado el potencial de conexiones, o lo que es lo mismo, del total posible de conexiones cuántas realmente se realizan. En las redes MIP la densidad parece ser alta, o sea que hay muchas relaciones entre las ramas de actividad económica. (**GD**)

Antes de realizar las regresiones con el fin de determinar la incidencia de cada variable, se presentan en la Tabla N° 8 los coeficientes de correlación entre las mismas.

**Tabla N° 8: Matriz de correlaciones de las variables de red**

	ET	AE	PVR	RER	CC	CVU	MXVCC	MXECC	MDG	DGM	GD
ET	1										
AR	0,97	1									
PVR	-0,12	-0,20	1								
RER	-0,13	-0,20	0,99	1							
CC	-0,96	-0,97	0,36	0,36	1						
CVU	-0,96	-0,97	0,36	0,36	0,99	1					
MXVCC	0,96	0,97	-0,36	-0,36	-0,99	-0,99	1				
MXECC	0,99	0,97	-0,12	-0,13	-0,96	-0,96	0,96	1			
MDG	0,03	0,10	-0,76	-0,74	-0,24	-0,24	0,24	0,03	1		
DGM	0,33	0,38	-0,52	-0,52	-0,50	-0,50	0,50	0,33	0,70	1	
GD	0,99	0,97	-0,12	-0,13	-0,96	-0,96	0,96	0,99	0,03	0,33	1

Queda claro que varias métricas estructurales se encuentran altamente correlacionadas (tanto positiva como negativamente). Las redes con mayor cantidad de enlace totales (ET) están inversamente correlacionadas con las redes con mayor cantidad de componentes conectados (CC) y componentes con único nodo (mayor cantidad de enlaces asegura mayor conectividad en la red). Asimismo, la cantidad de relaciones está marcadamente correlacionada con la máxima cantidad de nodos (MXVCU) y enlaces (MXECU) por componente conectado. La densidad (GD), por otro lado, está relacionada lógicamente con mayor cantidad de enlaces presentes (ET) y autoenlaces (AE), entre otras características.

La estimación se hizo siguiendo la metodología habitualmente conocida como “a la Barro”, que surge a partir de una propuesta elaborada de este autor (Barro, 1991 y 1998; Barro y Lee, 1994 entre otros). Esta idea tomó como base el modelo neoclásico de crecimiento (Solow, 1956) y se centra en la siguiente relación.

$$D_y = f(y, y^*)$$

Donde  $D_y$ : Tasa de crecimiento del producto per cápita,  $y$ : Nivel actual de producto per cápita,  $y^*$ : Nivel del largo plazo (estado estacionario) del producto per cápita.

El supuesto principal es que la tasa de crecimiento  $D_y$  es decreciente en  $y$  para un  $y^*$  dado y creciente en  $y^*$  para un  $y$  dado. Barro supone que el valor de  $y^*$  depende de una serie de covariantes asociadas típicamente al crecimiento económico que incluye cuestiones como el nivel de inversión, el gasto público, el grado de apertura de la economía y el grado de estabilidad macroeconómica. Como ya se anticipara, estas variables son las utilizadas como variables de control.

En resumen, esta técnica consiste en regresar, para un grupo amplio de países, la tasa de crecimiento respecto a un conjunto de variables de interés de forma tal de analizar el efecto de cada una de ellas sobre el crecimiento económico.

#### 4.2.1. Estimación y resultados

En este modelo se incluirán las variables de interés para el objetivo de esta tesis (las variables vinculadas a las redes de la MIP) a la serie seleccionada de variables de control que son las habitualmente utilizadas en la literatura.

En principio, siguiendo a Levine y Renelt (1992), se incluirá la proporción de inversión sobre el PBI, la proporción de gasto público sobre el PBI y el grado de apertura de la economía (medido como exportaciones más importaciones sobre PBI) como variables de control. Además, como habitualmente se realiza en la metodología propuesta, incorporamos al nivel de PBI. Por último, con el objetivo de captar el efecto de la inestabilidad económica se incorporó la tasa de inflación.

De esta forma el modelo a estimar queda definido como:

$$CRECPBIPC_{it} = \alpha + \beta_1 IPBI_{it} + \beta_2 GPPBI_{it} + \beta_3 APER_{it} + \beta_4 INF_{it} + \beta_5 LPBIPC_{it} + \beta_6 VRED_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $CRECPBIPC$  representa la tasa de crecimiento del PBI per cápita,  $IPBI$  representa la participación de la inversión en el producto,  $GPPBI$  representa la participación del gasto

público en el producto, *APER* es el indicador del grado de apertura de la economía, *LPBIPC* es el logaritmo del *PBI* para cada país y *VRED* son indicadores de las métricas de la MIP.

De estos últimos sólo dos resultaron estadísticamente significativos al correlacionarse con la tasa de crecimiento. Ellos son el par de vértices recíprocos (PVR) y máxima distancia geodésica (MXDG). Las que se observó en la Tabla N° 8 están negativamente correlacionadas entre sí (coeficiente de correlación de 0,70), por lo que se presentan las estimaciones considerando una a la vez. Es decir  $VRED = PVR, MXDG$  .

Una restricción adicional que se presenta es que, por las características de la muestra (las variables de red están definidas para un momento del tiempo, porque no se dispone de una serie temporal de las MIP), no es posible la estimación mediante efectos fijos.

Los resultados obtenidos muestran que, con excepción del grado de apertura, el resto de las variables de control muestran el signo esperado: mientras que la inversión es un motor del crecimiento, el gasto público y la inflación resultan perjudiciales para el mismo, siendo estos resultados consistentes con la literatura (Levine y Renelt (1992), Barro (1998), entre muchos otros).

La Tabla N° 9 muestra los resultados de la estimación incorporando como variable de red a PVR, mientras que la Tabla N° 10 presenta los resultados considerando la variable MXDG.

La primera columna, en ambos casos, se refiere a un modelo de datos agrupados, mientras que la segunda remite a un modelo de efectos aleatorios. Ante la presencia de heteroscedasticidad, se realizó la estimación también mediante la técnica de Errores Estándar de Panel Corregidos (PCSE), que permite subsanar este inconveniente.

**Tabla N° 9: Resultados de la estimación (variable de red: PVR)**

Variable	Modelo Pool	Efectos Aleatorios	PCSE
IPBI	0.139* (0.000)	0.139* (0.000)	0.139* (0.004)
GPPBI	-0.118* (0.012)	-0.120* (0.010)	-0.118* (0.008)
APER	0.003 (0.420)	0.003 (0.417)	0.003 (0.427)
INF	-0.003* (0.009)	-0.003* (0.008)	-0.003** (0.057)
LPBIPC	-0.320** (0.085)	-0.319** (0.087)	-0.320** (0.095)
PVR	<b>-8.411**</b> <b>(0.072)</b>	<b>-8.397**</b> <b>(0.074)</b>	<b>-8.418**</b> <b>(0.101)</b>
CONSTANTE	12.140** (0.013)	12.144** (0.013)	12.144** (0.030)

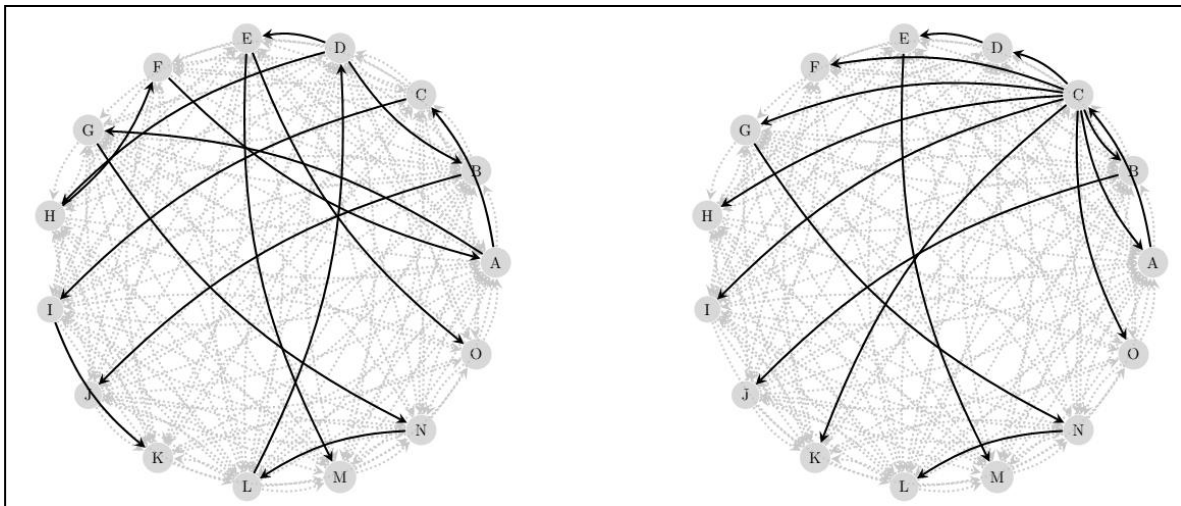
La tabla anterior muestra la estimación que correlaciona negativa y significativamente al coeficiente de par de vértices recíprocos (PVR). Ello indica que las MIP con menor PVR están asociadas a mayor crecimiento económico. Esto se explica porque un bajo PVR está relacionado con una MIP, en la que algunos sectores realizan muchas conexiones con otros sectores, pero las mismas no son recíprocas. Es decir, prevalecen sectores que abastecen a muchos otros pero que, a su vez, los primeros no son abastecidos por los segundos.

La Figura N° 28 muestra a la izquierda un ejemplo de una MIP con un PVR alta (las flechas negras indican el uso de insumos), mientras que la derecha muestra una estructura de MIP más asociada a un PVR bajo.

Esta información da un pequeño fundamento empírico a la modelización establecida por Oberfield (2014). El autor plantea que, en una economía, los agentes (sectores) van estableciendo conexiones con otros sectores proveedores hasta encontrar la arquitectura (estructura de conexiones) que minimiza el costo de producir una unidad de bien final. La búsqueda de mejores alternativas (conectando/comprando y desconectando/dejando de

comprar) cambia la configuración dinámicamente de la red, hasta que emerge un proveedor de más bajo costo, el cual queda como único proveedor de muchos otros sectores. El nodo C (a la derecha) representaría el caso de un proveedor especializado.

**Figura N° 28: Redes con proveedores menos centrales (izquierda) y más centrales (derecha)**



**Fuente:** Oberfield (2014)

Finalmente, se muestra la estimación que detecta una asociación positiva entre la máxima distancia geodésica (MXDG), es decir el diámetro de la MIP y el crecimiento económico.

**Tabla N° 10: Resultados de la estimación (variable de red: MXDG)**

Variable	Modelo Pool	Efectos Aleatorios	PCSE
IPBI	0.138* (0.001)	0.138* (0.000)	0.138* (0.003)
GPPBI	-0.122* (0.009)	-0.123* (0.008)	-0.122* (0.008)
APER	0.001 (0.715)	0.001 (0.709)	0.001 (0.738)
INF	-0.003* (0.011)	-0.003* (0.009)	-0.003** (0.063)
LPBIPC	-0.307** (0.101)	-0.306** (0.103)	-0.307 (0.120)
<b>MXDG</b>	<b>0.653**</b> <b>(0.095)</b>	<b>0.650**</b> <b>(0.098)</b>	<b>0.653</b> <b>(0.136)</b>
CONSTANTE	12.140** (0.013)	3.166 (0.187)	3.140 (0.207)

En este sentido, la relación positiva entre MXDG y el crecimiento económico se puede interpretar como un grado de acceso a recursos más diversos a través de la red de producción. Que una MIP tenga mayor diámetro que otra implica que una posee sectores más alejados (y diversos en insumos) en su tecnología de producción. Estructuras de producción que accedan a recursos productivos (proveedores) más diversos pueden dar sustento a procesos de crecimiento más acelerados.

### 4.3. Análisis de clusters

En esta parte de la tesis se realizó un análisis de clusters de medianas a una muestra ampliada respecto a la anterior, ya que abarca las MIP de cien economías con diferente grado de desarrollo, con datos de EORA. Vale aclarar que se tomaron los trescientos enlaces más importantes en cuanto a magnitud, entre los veintiséis sectores productivos que componen las MIP de esos países (véase Tabla N° 11 más adelante). Esto se debe a que si se tomaba la totalidad de enlaces ( $26 \times 26 = 676$ ) muchos parámetros permanecían constantes durante el



período de tiempo considerado (1970-2012). Ello corrobora el supuesto implícito en la MIP, acerca de los coeficientes técnicos fijos. Es decir, se analizó, aproximadamente la mitad más productiva de la red de cada economía.

Además, no pudo aplicarse la misma metodología “a la Barro” que la estimación anterior, ya que los resultados de algunas de las variables de control dieron que no son significativas o con el signo contrario al esperado. Ello podría explicarse porque se incluyeron países subdesarrollados que han logrado una alta tasa de crecimiento del PBI per cápita asociados a parámetros institucionales muy diversos.

Por ello, se decidió realizar un análisis de clusters o conglomerados, reconociendo que se trata de un análisis taxonómico con fines exploratorios o confirmatorios. Esta es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia respecto a los otros grupos, pero que no permite establecer causalidad.

El algoritmo de formación de cluster, utilizado en este caso, es de tipo jerárquico disociativo; es decir, se partió del conglomerado formado por la información de los cien países y en sucesivos pasos se fue dividiendo el grupo hasta que cada observación quedó en un conglomerado distinto.

Se trata de un análisis no paramétrico, ya que los predictores no tienen una forma predeterminada, sino que se construye de acuerdo a la información derivada de los datos. El método utilizado para el ajuste en las figuras siguientes es el de suavizamiento de Kernel (o “*kernel smoothing*”), que consiste en estimar la variable dependiente (en este caso, la tasa de crecimiento del PBI per cápita) a partir de un conjunto limitado de puntos de datos (en este caso las métricas de las redes que conforman las MIP) con una función Kernel la que especifica la influencia de los puntos de datos de modo que esos valores pueden ser usados para predecir el valor de las localidades cercanas.

Resumiendo, partiendo de una nube de puntos  $x_1, y_1, \dots, (x_n, y_n)$  y un modelo del estilo  $y_i = m(x_i) + \sigma(x_i)\varepsilon_i$  donde  $m(\cdot)$  denota la media y  $\sigma^2(\cdot)$  la varianza, ambas desconocidas con

errores  $\varepsilon_i$  donde  $E(\varepsilon_i) = 0$  y  $Var(\varepsilon_i) = 0$  la estimación es hecha entonces en función de  $m(x_0) = E Y | X = x_0$ . No se hace ningún supuesto en la forma funcional de  $m(\cdot)$ .

Como se dijo anteriormente, se construyó un subgrafo con los trescientos enlaces más importantes dentro de la red que conforma la MIP de cada uno de los cien países, que resultaron agrupados como se detalla en la Tabla N° 11.

**Tabla N° 11: Grupos de países considerados en el análisis de clusters**

<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>
Armenia	Afganistán	Argentina
Bangladesh	Albania	Australia
Belice	Angola	Austria
Bolivia	Azerbaijan	Bélgica
Etiopía	Benín	Brasil
Jordán	Bután	Chile
Nigeria	Bosnia and Herzegovina	China
Senegal	Bulgaria	Colombia
Somalia	Burkina Faso	República Checa
Sri Lanka	Burundi	Dinamarca
Trinidad y Tobago	Camboya	Ecuador
	Camerún	Estonia
	Canadá	Finlandia
	República de África Central	Francia
	Chad	Grecia
	República Dem. De Congo	Hong Kong
	Croacia	Hungría
	Djibouti	Israel
	República Dominicana	Italia
	Egipto	Japón
	Gabón	Kenya
	Gambia	México
	Alemania	Noruega
	Ghana	Paraguay
	Guatemala	Perú
	Guinea	Portugal
	Guyana	Sudáfrica
	Haití	España
	Honduras	Turquía
	Iraq	Reino Unido
	Irlanda	Estados Unidos
	Liberia	Uruguay
	Madagascar	Venezuela
	Mónaco	Vietnam
	Mongolia	
	Montenegro	
	Moroco	
	Nepal	
	Nicaragua	
	Pakistán	
	Federación Rusa	
	Ruanda	
	Santo Tome y Príncipe	
	Serbia	
	Sierra Leona	
	Suriname	
	Suecia	
	Suiza	
	República Siria	
	Tayikistán	
	Tanzania	
	Togo	
	Uganda	
	Yemen	
	Zambia	

Por otra parte, las variables analizadas son las métricas de los subgrafos, las cuales fueron definidas anteriormente cuando se realizó la regresión del apartado 4.2. A las mismas deben sumárseles las que siguen:

**Cantidad de vértices:** corresponde a la cantidad de sectores considerados (**VER**)

**Enlaces únicos:** mide la cantidad de enlaces únicos que hay entre los nodos (**UE**)

**Enlaces duplicados:** mide la cantidad de enlaces duplicados que se dan entre los nodos (**ED**)

**Enlaces totales:** es la suma de los enlaces únicos más los duplicados (**ET**)

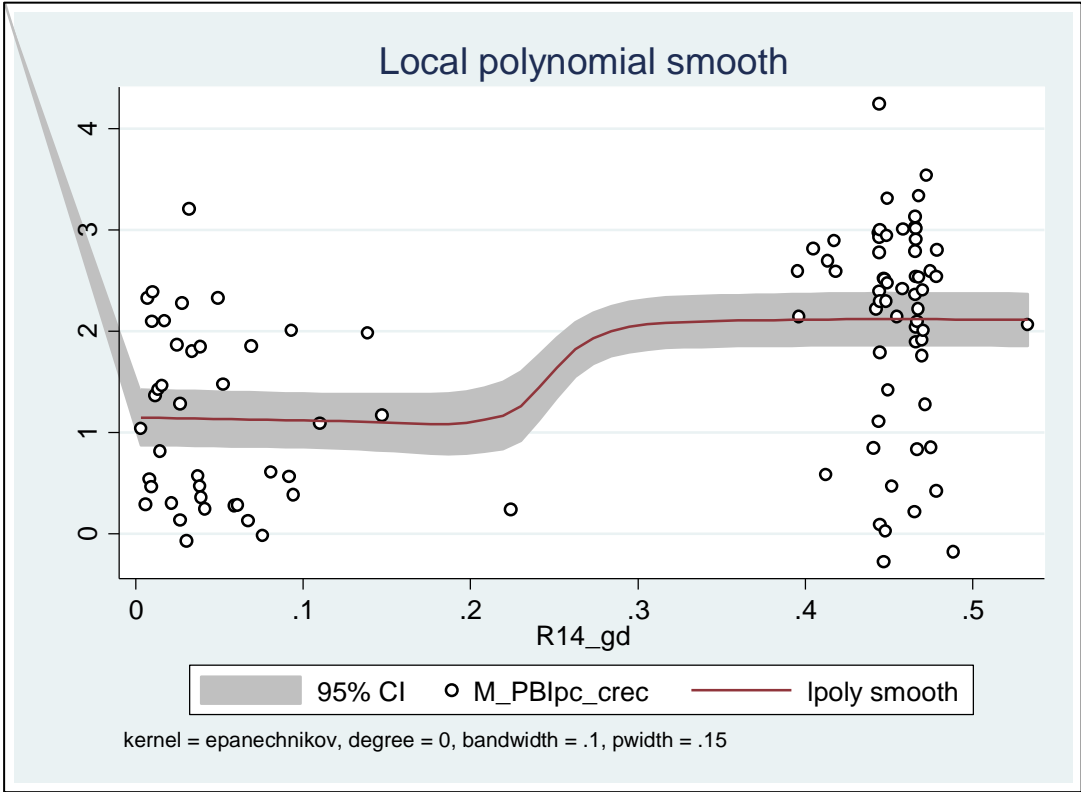
Los resultados del análisis pueden verse en la Tabla N° 12, de donde resulta que sólo las variables Coeficiente de Enlaces Recíprocos (**RER**) y Densidad de la Red (**GD**) se relacionan positivamente con la tasa de crecimiento del PBI per cápita.

**Tabla N° 12: Resultados del análisis de clusters**

<b>Grupo 1</b>						
Variable	Obs	Media	Desvío Estándar	Mínimo	Máximo	
R01_ver	11	27.97727	6.830954	24.875	47	
R02_ue	11	299.875	.25	299.375	300	
R03_ed	11	0	0	0	0	
R04_et	11	299.875	.25	299.375	300	
R05_ae	11	12.06818	4.811888	0	16	
R06_pvr	11	.4217857	.1076891	.1815066	.5138721	
R07_rer	11	.5675791	.1522824	.2468055	.6788168	
R08_cc	11	1.227273	.3202449	1	1.75	
R09_cuv	11	.2045455	.3075748	0	.75	
R10_mxvcc	11	27.71591	6.832846	24.875	47	
R11_mxecc	11	299.8409	.2567277	299.375	300	
R12_mdg	11	2.909091	.1379641	2.625	3	
R13_dgm	11	1.361657	.1598566	1.2648	1.834607	
R14_gd	11	.4326073	.0997535	.1387604	.47875	
M_PBIPC_crec	11	2.133299	.9219005	.471415	3.538175	
M_POP_crec	11	1.568978	1.580447	-1.268203	3.708213	
<b>Grupo 2</b>						
Variable	Obs	Media	Desvío Estándar	Mínimo	Máximo	
R01_ver	55	29.65227	11.42687	23.5	78.25	
R02_ue	55	299.9409	.1556322	299.125	300	
R03_ed	55	0	0	0	0	
R04_et	55	299.9432	.1555646	299.125	300	
R05_ae	55	19.75227	9.146774	2.5	81.125	
R06_pvr	55	217.5536	1610.015	.0553877	11940.65	
R07_rer	55	.6122126	.1269451	.1041235	.7075537	
R08_cc	55	1.579545	1.467701	1	11.625	
R09_cuv	55	.3068182	.3425954	0	1.375	
R10_mxvcc	55	28.60682	9.783253	23.5	72.25	
R11_mxecc	55	299.3886	2.801565	279.5	300	
R12_mgd	55	3.109091	.4494432	2.125	5.25	
R13_dgm	55	1.419433	.2191087	1.256312	2.378968	
R14_gd	55	.4233636	.0980199	.0670808	.5327816	
M_PBIPC_crec	55	1.9786	1.076273	-.276698	4.248786	
M_POP_crec	55	120.7737	806.3841	-2.746017	5962.081	
<b>Grupo 3</b>						
Variable	Obs	Media	Desvío Estándar	Mínimo	Máximo	
R01_ver	34	128.1728	62.7019	67	328.75	
R02_ue	34	299.9081	.1608124	299.375	300	
R03_ed	34	0	0	0	0	
R04_et	34	299.9154	.159071	299.375	300	
R05_ae	34	3.393382	9.130428	0	37.75	
R06_pvr	34	.0795383	.0526844	.0138101	.2382229	
R07_rer	34	.1357442	.083562	.0267363	.3761009	
R08_cc	34	10.36397	16.96778	1	71.125	
R09_cuv	34	.4448529	1.705659	0	9.75	
R10_mxvcc	34	105.5699	30.86111	67	173.75	
R11_mxecc	34	284.4228	33.84224	123.375	300	
R12_mdg	34	7.834559	2.521446	3	13.875	
R13_dgm	34	3.197914	.7575446	2.010247	5.301794	
R14_gd	34	.0344264	.0253782	.0029296	.0928815	
M_PBIPC_crec	34	1.177584	.8765037	-.0679309	3.21166	
M_POP_crec	34	9.45634	41.70229	-.0031367	245.3245	

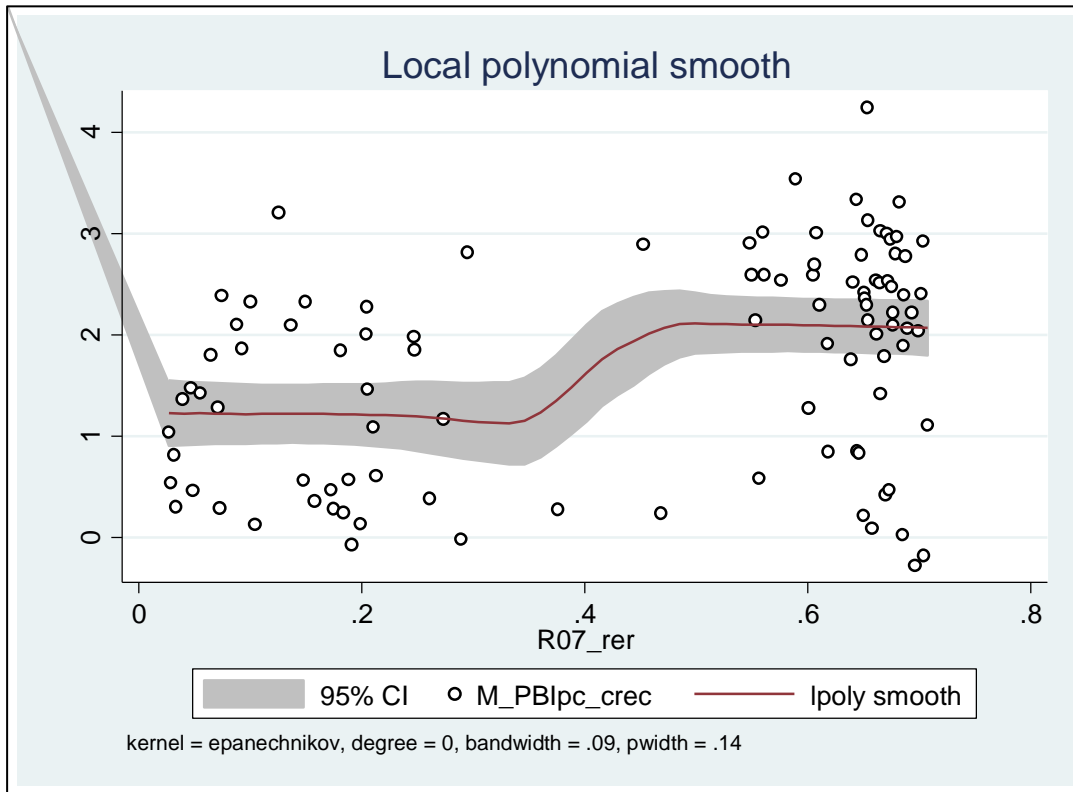
Del análisis de la Figura N° 29 puede apreciarse la relación entre la densidad de la red (GD) y la tasa de crecimiento del PBI per cápita, ya que los países de los grupos 1 y 2 tienen redes más densas y crecen a una mayor tasa, mientras que los países del grupo 3 tienen redes menos densas y una menor tasa de crecimiento del PBI per cápita.

**Figura N° 29: Ajuste local de GD y la tasa de crecimiento del PBI per cápita**



En tanto, la misma relación directamente proporcional puede verse en la Figura N° 30, en donde los grupos de países 1 y 2 son los que tienen mayor coeficiente de enlaces recíprocos y mayor tasa de crecimiento del PBI per cápita, mientras que los del grupo 3 son los que presentan, en relación a los otros conglomerados, menores valores de RER y de tasa de crecimiento.

**Figura N° 30: Ajuste local de RER y la tasa de crecimiento del PBI per cápita**



A su vez, se probó si la relación de estas dos métricas con la tasa de crecimiento de los países se mantenía si se dividían a los países en 5 grupos en lugar de 3 y se obtuvo el mismo patrón.

#### 4.4. Correlación entre las métricas de la red

Dado que se disponía de información de los cien países con diferente grado de desarrollo, enumerados en la Tabla N° 11, se hizo el ejercicio de calcular la matriz de correlación entre las métricas de las redes que conforman sus MIP (Tabla N° 13). Los resultados para 1970 y 2012 son idénticos, lo que confirma, como se aseguró en el apartado anterior, que se cumple el supuesto de coeficientes fijos en el tiempo.

**Tabla N° 13: Matriz de correlaciones entre las métricas**

	VT	EU	ET	AE	PVR	RER	CC	CVU	MXVCC	MXECC	MXDG	DGM	GD
VT	1												
EU	0,16	1											
ET	0,16	1	1										
AE	-0,23	0,02	0,02	1									
PVR	-0,75	-0,02	-0,02	0,19	1								
RER	-0,76	-0,04	-0,04	0,19	0,98	1							
CC	0,81	0,23	0,23	-0,11	-0,35	-0,36	1						
CVU	0,04	0,04	0,04	0,16	-0,07	-0,11	0,01	1					
MXVCC	0,79	-0,09	-0,08	-0,25	-0,85	-0,87	0,32	0,09	1				
MXECC	-0,73	-0,42	-0,42	0,11	0,34	0,35	-0,80	0,025	-0,24	1			
MXDG	0,86	0,06	0,06	-0,29	-0,76	-0,77	0,49	0,02	0,89	-0,46	1		
DGM	0,89	-0,02	-0,02	-0,27	-0,84	-0,85	0,50	0,05	0,97	-0,40	0,95	1	
GD	-0,77	0,01	0,01	0,27	0,93	0,93	-0,35	-0,09	-0,89	0,33	-0,81	-0,89	1

Los valores indican que, a mayor cantidad de VT, menos probable es que se den PVR y RER entre los mismos, pero mayor es la posibilidad que conformen un CC y que además que tenga mayor MXVCC, pero con menor MXECC.

Además, a mayor VT, también es menor la DR y mayor la MXDG y la DGM. Y a mayor PVR mayor RER, menor MXVCC, menor MXDG y DGM y mayor GD. Por otra parte, a menor PER hay mayor MXVCC, mayor MXDG y DGM y menor DR. También se da que a mayor cantidad de CC, es menor la cantidad de MXECC. Y a mayor MXVCC, mayor MXDG y DGM y menor GD, porque menos se verifican menos relaciones entre los sectores respecto al total posible, ya que éstos conforman subgrafos aislados entre sí.

Por último, MXDG está relacionada positivamente con DGM porque ambas miden casi la misma característica de la red, y negativamente con GD y estas dos últimas variables están correlacionadas negativamente entre sí ya que, si la densidad es alta, es pequeño el número de pasos promedio que debe hacerse para llegar de un nodo a otro.



Vale destacar que las correlaciones no son las mismas que las presentadas en la Tabla N° 8, y eso se debe a que en este segundo caso se trabajó con una muestra de casi el triple de tamaño que la anterior y, por sobre todo, muy diferente en cuanto a la heterogeneidad de los países que la componen. Además, que en este segundo caso las mediciones se hicieron sobre los subgrafos que representan la mitad más importante de las relaciones entre los nodos, mientras que en la primera matriz de correlación presentada los resultados corresponden a la MIP completa, recogida de otra fuente de información.

#### **4.5. Conclusión**

Como conclusión de este capítulo puede decirse que los resultados de la aplicación de ambas técnicas están relacionados, ya que en la regresión resultó positivamente significativa la variable par de vértices recíprocos (**PVR**), la que se encuentra íntimamente asociada al coeficiente de enlaces recíprocos (**RER**), que fue la que se detectó que tiene un patrón de comportamiento en el mismo sentido, respecto a la tasa de crecimiento del PBI per cápita. A mayor reciprocidad en las relaciones, favorecería el crecimiento.

Por otra parte, en la regresión en la que se usaron las redes completas de las MIP también resultó positivamente significativa la variable máxima distancia geodésica (diámetro de la red), que indica el número de pasos máximo que hay que realizar para salir de un nodo y llegar al más lejano. Ello implicaría que economías que conectan a sectores más alejados, favorecerían el crecimiento. En el segundo trabajo empírico, en el cual se trabajó con una muestra de MIP más heterogénea y recortada de los sectores más productivos, la densidad resultó mostrar un patrón de comportamiento positivo en relación a la tasa de crecimiento del PBI per cápita. En ese sentido, si los sectores de más alta producción se encuentran fuerte y recíprocamente conectados podría ser una precondition que también favorecería el crecimiento, pero la misma no puede afirmarse rotundamente, ya que vale recordar que este tipo de análisis de clusters no establece causalidad.

## **CAPITULO V: Estructura de las redes y crecimiento económico**

Los hechos estilizados hallados previamente nos conducen a pensar que dichas estructuras están presentes en los procesos de crecimiento económico modernos. Los modelos básicos de crecimiento económico no han incorporado, en ese sentido, la información que la estructura de red de producción puede aportar al entendimiento de dicho proceso. Por ello, el propósito en este capítulo es salvar esa brecha y aportar un modelo inicial de interpretación de un modelo de crecimiento simple como el desarrollado por Solow y Swan (1956), con la inclusión de una función de producción de redes.

A partir de allí, se destaca cómo el progreso técnico, modelado habitualmente como un agregado sin mayores precisiones en el modelo anterior, adquiere una forma más compleja y secuencial.

Por último, se simuló el efecto de un shock en diversos sectores productivos, y en varios tipos de arquitectura, con el fin de analizar la consecuente respuesta de la producción agregada.

### **5.1. El modelo de Solow-Swan**

El modelo de Solow (1956) y Swan (1956) presenta un esquema inicial y altamente simplificado del proceso de crecimiento de una economía. Citado como un modelo formal y concluyente, representó un primer aunque muy utilizado paso al estudio del crecimiento económico, suponiendo una economía cerrada, por lo que el Producto Bruto Interno (PBI) es igual a la Renta Nacional.

El modelo más básico excluye una descripción de mercados y empresas, pensando en una unidad compuesta –un productor/consumidor- que posee insumos y también gestiona la tecnología que transforma los insumos en productos finales.

$$Y = F(K, L)$$

La producción depende de la cantidad de mano de obra empleada ( $L$ ) y la cantidad de capital fijo ( $K$ ), es decir, maquinaria, instalaciones y otros recursos usados en la producción. Además interviene el estado de la tecnología asociada al trabajo ( $A$ ) ya que si la misma mejorara, con la misma cantidad de trabajo y capital podría producirse más, aunque en el modelo se asume

usualmente que el nivel de tecnología permanece constante. Finalmente,  $\alpha$  representa la participación del K en la producción y  $(1-\alpha)$  la del trabajo.

La función de producción es de tipo Cobb Douglas:

$$Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$$

El modelo presupone que la manera de aumentar el PIB es mejorando la dotación de capital a través del ahorro, que es una fracción de la producción. La ecuación fundamental del modelo que explica la acumulación del capital es:

$$\dot{K} = \frac{\partial K}{\partial t} = sY - \delta K$$

donde  $s$  es la fracción del producto que es ahorrado se denominada tasa de ahorro. Por lo tanto,  $(1-s)$  es la fracción del producto que es consumida. Se supone que  $s$  es fijada exógenamente, es constante y positiva  $s > 0$ . Entonces,  $sY$  representa la inversión en capital, ya que se supone que todo lo que se ahorra se invierte, y donde  $\delta K$  es la inversión necesaria de reposición del capital, siendo  $\delta > 0$  la tasa de depreciación constante del capital.

Entre sus predicciones está que el crecimiento basado puramente en la acumulación de capital, sin alterar la cantidad de trabajo ni alterar la tasa de ahorro, es progresivamente más pequeño por la caída en la productividad marginal del capital (asegurado por las condiciones de Inada), llegándose a un “estado estacionario” ( $k^*$ ) en el cual diversas variables crecen a una tasa constante, siempre que  $g=0$ . En este modelo en particular, lo dicho se corresponde con  $\dot{k}_i = 0$  y por ende,  $\dot{k} = 0$  para toda la economía.

Ello se cumple cuando:

$$sf k = n + \delta k$$

para cada sector  $i$  de la economía y para la economía en su conjunto.

## 5.2. Un modelo de Solow con redes de producción

Considérese una economía estática de  $n$  sectores competitivos notados como  $1, 2, \dots, n$ , cada uno de los cuales produce un bien distinto. Cada producto puede ser consumido por una masa de consumidores o usado como insumo por otros sectores. Las empresas en cada sector

emplean tecnologías de producción Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala que transforman bienes intermedios, capital y trabajo en producto (que puede ser final o intermedio). Cada sector es afectado por progreso técnico neutral en el sentido de Harrod.

Hemos supuesto que la función de producción está representada por sectores con diversa importancia en términos de su participación en el producto agregado. Es decir, hay sectores más centrales que otros en términos del valor relativo de sus transacciones y/o en términos de su ubicación dentro de la red de producción.

Es decir, que se supone que la función de producción de cada sector tiene su propio capital, fuerza laboral, intensidad de uso de los factores y estado de la tecnología. Asimismo, cada sector (o nodo dentro de la red) mantiene conexiones (ponderadas por los montos de compras intersectoriales) con otros sectores. Distintas economías pueden desarrollar su producción bajo diferentes estructuras de conexión o arquitecturas. Las estructuras más estilizadas pueden ser los casos de red vacía (todos los nodos desconectados), red completa (todos los nodos conectados con todos los otros nodos) o configuraciones intermedias. La función de producción es de tipo Cobb-Douglas:

$$Y = F(K, L, M)$$

$$\text{donde } M_{ij} \geq 0 \text{ y } \Gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \cdots & \gamma_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{n1} & \cdots & \gamma_{nm} \end{bmatrix}, \text{ donde } 0 \leq \gamma_{ij} \leq 1$$

$M_{ij}$  es la cantidad de insumos del sector  $j$  utilizados para la producción del bien  $i$  (es la columna de la MIP correspondiente al sector  $i$ ),  $\gamma_{ij}$  representa la intensidad del uso del insumo  $j$  para la producción del bien  $i$ .

Para plantear esta variante del modelo de Solow se identificaron tres casos, correspondiendo cada uno de ellos a un tipo de arquitectura de red que más adelante, será ejemplificada con evidencia de algunos de los países analizados en el capítulo III.

Los supuestos, entonces, son los que siguen:

- 1) La producción de cada sector se realiza con insumos del mismo sector y, en algunos casos de otros sectores pertenecientes a esa economía; es decir, no existen bienes intermedios importados. De esta manera:

$$\gamma_{ii} + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} = 1$$

- 2) Cada sector utiliza una proporción  $\theta_i$  del capital total de la economía, tal que:

$$\sum_{i=1}^n \theta_i = 1$$

- 3) La producción de cada sector es destinada exclusivamente a demanda intermedia, por lo que no existe demanda final de esos bienes.

- 4) La producción se realiza enteramente con insumos intermedios. Ello implica que, como se explicara en el capítulo II, la parte de la MIP de transacciones intermedias se ha normalizado de manera que los coeficientes técnicos se calcularon como proporción del total de insumos demandados por cada sector, y no sobre el valor bruto de producción. Analíticamente:

$$\sum_{j=1}^n M_{ij} = 1 \forall i$$

### Caso 1. Red lineal monodireccional

Este es el caso de una cadena productiva típica, donde un sector inicial provee a una cadena de sucesivos sectores aguas abajo quienes, a su vez, en cada paso agregan valor a ese producto. La *cadena de producción* es el ejemplo típico de esta arquitectura.

Supongamos cinco sectores 1,2,3,4,5 . El sector 1 será el sector *inicial* que abastecerá al sector subsiguiente 2, el cual hará lo propio con siguiente y así sucesivamente. A continuación podemos apreciar que el sector 1 es el proveedor inicial de la cadena, que finaliza con el sector 5, quedando las correspondientes funciones de producción como sigue:

$$y_1 = a_1 k^{\alpha\theta_1} y_1^{\gamma_{11}} \Rightarrow y_1 = a_1 k^{\alpha\theta_1} \frac{1}{1-\gamma_{11}}$$

$$y_2 = a_2 k^{\alpha\theta_2} y_2^{\gamma_{22}} y_1^{\gamma_{21}} \Rightarrow y_2 = a_2 k^{\alpha\theta_2} y_1^{\gamma_{21}} \frac{1}{1-\gamma_{22}}$$

$$y_3 = a_3 k^{\alpha\theta_3} y_3^{\gamma_{33}} y_2^{\gamma_{32}} \Rightarrow y_3 = a_3 k^{\alpha\theta_3} y_2^{\gamma_{32}} \frac{1}{1-\gamma_{33}}$$

$$y_4 = a_4 k^{\alpha\theta_4} y_4^{\gamma_{44}} y_3^{\gamma_{43}} \Rightarrow y_4 = a_4 k^{\alpha\theta_4} y_3^{\gamma_{43}} \frac{1}{1-\gamma_{44}}$$

$$y_5 = a_5 k^{\alpha\theta_5} y_5^{\gamma_{55}} y_4^{\gamma_{54}} \Rightarrow y_5 = a_5 k^{\alpha\theta_5} y_4^{\gamma_{54}} \frac{1}{1-\gamma_{55}}$$



Reelaborando, la producción del sector 5 que es donde se mediría el PBI bajo los supuestos mencionados, puede quedar:

$$y_5 = \left( a_5 k^{\alpha\theta_5} \left( a_4 k^{\alpha\theta_4} \left( a_3 k^{\alpha\theta_3} \left( a_2 k^{\alpha\theta_2} a_1 k^{\alpha\theta_1} \frac{\gamma_{21}}{1-\gamma_{11}} \right)^{\frac{\gamma_{32}}{1-\gamma_{22}}} \right)^{\frac{\gamma_{43}}{1-\gamma_{33}}} \right)^{\frac{\gamma_{54}}{1-\gamma_{44}}} \right)^{\frac{1}{1-\gamma_{55}}}$$

es decir,  $y_5 = A k^{\alpha v_l}$  donde  $v_l = \frac{\theta_5 + \theta_4 \gamma_{54} + \theta_3 \gamma_{43} + \theta_2 \gamma_{32} + \theta_1 \gamma_{21}}{1-\gamma_{55} \quad 1-\gamma_{44} \quad 1-\gamma_{33} \quad 1-\gamma_{22} \quad 1-\gamma_{11}}$

$$A = a_5^{\frac{1}{1-\gamma_{55}}} a_4^{\frac{\gamma_{54}}{1-\gamma_{55} \quad 1-\gamma_{44}}} a_3^{\frac{\gamma_{54} \cdot \gamma_{43}}{1-\gamma_{55} \quad 1-\gamma_{44} \quad 1-\gamma_{33}}} a_2^{\frac{\gamma_{54} \gamma_{43} \cdot \gamma_{32}}{1-\gamma_{55} \quad 1-\gamma_{44} \quad 1-\gamma_{33} \quad 1-\gamma_{22}}} a_1^{\frac{\gamma_{54} \gamma_{43} \cdot \gamma_{32} \gamma_{21}}{1-\gamma_{55} \quad 1-\gamma_{44} \quad 1-\gamma_{33} \quad 1-\gamma_{22} \quad 1-\gamma_{11}}}$$

La forma que adopta  $A$  en esta configuración es claramente interesante. El shock tecnológico agregado  $A$  es la suma de shocks sectoriales (la magnitud del shock) ponderada por los factores de intensidad de las conexiones intersectoriales (el canal de transmisión del mismo al resto de los sectores productivos). Obsérvese también que  $A$  determina implícitamente una secuencia temporal dentro de cada período  $t$ : el progreso técnico es acumulativo del sector que lo inicie y no culmina su efecto hasta que termina de recorrer la cadena productiva.

La condición de equilibrio de Solow (1956) para este modelo es:

$$\lambda_t^c \equiv \frac{\dot{k}_t}{k_t} = \left( \frac{s}{k} \right) k^{\alpha v_l} - n + \delta + g$$

El capital del estado estacionario es:

$$s \cdot Ak^{\alpha\nu_l-1} - n + \delta + g = 0$$

$$k^* = \left( \frac{n + \delta + g}{s} \right)^{\frac{1}{\alpha\nu_l-1}} = \left( \frac{s}{n + \delta + g} \right)^{\frac{1}{1-\alpha\nu_l}}$$

Y la función de producción del sector 5 es:

$$y_l = A \left( \frac{s}{n + \delta + g} \right)^{\frac{\alpha\nu_l}{1-\alpha\nu_l}}$$

Notemos que la función de capital es decreciente, dado que  $\alpha < 1$ , pero la de producción para ser decreciente debe cumplir que  $\nu_l \leq 1/2\alpha$ . Ello implica que el comercio intersectorial debe ser muy alto para que la condición de convergencia no se cumpla, lo cual es improbable.

En una economía que comenzase con un stock de capital inferior al stock de capital del estado estacionario,  $k < k^*$ , la tasa de crecimiento del capital per cápita sería positiva y el capital crece. Si, en cambio, la economía comenzase con un stock de capital superior al de estado estacionario, la tasa de crecimiento del capital per cápita sería negativa.

Vale recordar que en esta arquitectura,  $\sum_{i=j}^n \gamma_{ij} = 1 - \gamma_{ii}$ , lo que significa que todo el comercio entre sectores es el comercio total desarrollado por el sector menos la fracción que comercia consigo mismo. En este caso en particular, por ejemplo,  $\gamma_{54} = 1 - \gamma_{55}$ . Por ello, el primer término termina siendo la inversa de lo que el sector 5 comercia con el resto de los sectores, lo cual da por su propia naturaleza, mayor a uno. El segundo término, la elasticidad del producto respecto al shock tecnológico en el sector 1 es mayor a uno si:

$$\frac{\partial y}{\partial a_1} \frac{a_1}{y} = \left( \frac{1}{1 - \gamma_{11}} \right) \frac{a_1^{1-\gamma_{11}}}{A} > 1$$

Lo que se cumple si  $a_1 > 1 - \gamma_{11} A^{1-\gamma_{11}}$

## Caso 2. Red de estrella entrante

En este caso existe un sector que demanda insumos de todos los demás siendo esta relación no recíproca. Nuevamente supongamos cinco sectores 1, 2, 3, 4, 5. El sector 1 será el sector *hub* siendo abastecido por los sectores 2, 3, 4 y 5 con su insumo específico, pero no provee de insumos a éstos. En este caso, la función sectorial de producción de cada uno es del tipo:

$$y_{ee} = y_1 = a_1 k^{\alpha\theta_1} y_1^{\gamma_{11}} y_2^{\gamma_{12}} y_3^{\gamma_{13}} y_4^{\gamma_{14}} y_5^{\gamma_{15}} = a_1 k^{\alpha\theta_1} y_1^{\gamma_{11}} \prod_{i=2}^5 y_i^{\gamma_{1i}}$$

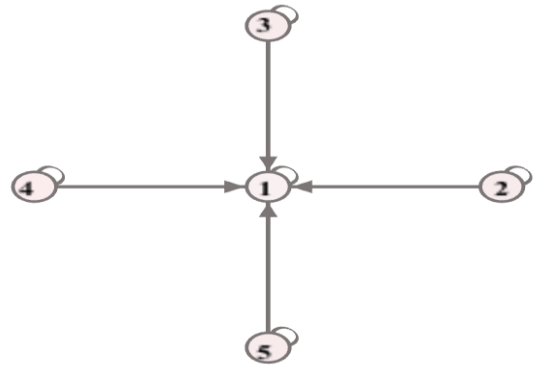
$$\Rightarrow y_1 = a_1 k^{\alpha\theta_1} \prod_{i=2}^5 y_i^{\gamma_{1i} \frac{1}{1-\gamma_{11}}}$$

$$y_2 = a_2 k^{\alpha\theta_2} y_2^{\gamma_{22}} \Rightarrow y_2 = a_2 k^{\alpha\theta_2} \frac{1}{1-\gamma_{22}}$$

$$y_3 = a_3 k^{\alpha\theta_3} y_3^{\gamma_{33}} \Rightarrow y_3 = a_3 k^{\alpha\theta_3} \frac{1}{1-\gamma_{33}}$$

$$y_4 = a_4 k^{\alpha\theta_4} y_4^{\gamma_{44}} \Rightarrow y_4 = a_4 k^{\alpha\theta_4} \frac{1}{1-\gamma_{44}}$$

$$y_5 = a_5 k^{\alpha\theta_5} y_5^{\gamma_{55}} \Rightarrow y_5 = a_5 k^{\alpha\theta_5} \frac{1}{1-\gamma_{55}}$$



$$y_1 = \left[ a_1 k^{\alpha\theta_1} \left( a_2 k^{\alpha\theta_2} \frac{\gamma_{12}}{1-\gamma_{22}} \right) \left( a_3 k^{\alpha\theta_3} \frac{\gamma_{13}}{1-\gamma_{33}} \right) \left( a_4 k^{\alpha\theta_4} \frac{\gamma_{14}}{1-\gamma_{44}} \right) \left( a_5 k^{\alpha\theta_5} \frac{\gamma_{15}}{1-\gamma_{55}} \right) \right]^{\frac{1}{1-\gamma_{11}}}$$

$$= a_1 k^{\alpha\theta_1} y_1^{\gamma_{11}} \prod_{i=2}^5 y_i^{\gamma_{1i}}$$

$$\Rightarrow y_1 = a_1 k^{\alpha\theta_1} \prod_{i=2}^5 y_i^{\gamma_{1i} \frac{1}{1-\gamma_{11}}}$$

$$y_1 = a_1 k^{\alpha\theta_1} \left( \frac{1}{1-\gamma_{11}} \right) \left( a_2 k^{\alpha\theta_2} \frac{\gamma_{12}}{(1-\gamma_{22})^{1-\gamma_{11}}} \right) \left( a_3 k^{\alpha\theta_3} \frac{\gamma_{13}}{(1-\gamma_{33})^{1-\gamma_{11}}} \right) \left( a_4 k^{\alpha\theta_4} \frac{\gamma_{14}}{(1-\gamma_{44})^{1-\gamma_{11}}} \right) \left( a_5 k^{\alpha\theta_5} \frac{\gamma_{15}}{(1-\gamma_{55})^{1-\gamma_{11}}} \right)$$

Un reordenamiento de términos, para despejar la producción del sector 1 que es la que indica

el PBI agregado en este tipo de arquitectura y bajo los supuestos mencionados, da:

$$y_1 = a_1^{\frac{1}{1-\gamma_{11}}} a_2^{\frac{\gamma_{12}}{1-\gamma_{22}^{1-\gamma_{11}}}} a_3^{\frac{\gamma_{13}}{1-\gamma_{33}^{1-\gamma_{11}}}} a_4^{\frac{\gamma_{14}}{1-\gamma_{44}^{1-\gamma_{11}}}} a_5^{\frac{\gamma_{15}}{1-\gamma_{55}^{1-\gamma_{11}}}} k^{\frac{\alpha\theta_1}{1-\gamma_{11}} + \frac{\alpha\theta_2\gamma_{12}}{1-\gamma_{22}^{1-\gamma_{11}}} + \frac{\alpha\theta_3\gamma_{13}}{1-\gamma_{33}^{1-\gamma_{11}}} + \frac{\alpha\theta_4\gamma_{14}}{1-\gamma_{44}^{1-\gamma_{11}}} + \frac{\alpha\theta_5\gamma_{15}}{1-\gamma_{55}^{1-\gamma_{11}}}}$$

$$y_1 = \underbrace{a_1^{\frac{1}{1-\gamma_{11}}} a_2^{\frac{\gamma_{12}}{1-\gamma_{22}^{1-\gamma_{11}}}} a_3^{\frac{\gamma_{13}}{1-\gamma_{33}^{1-\gamma_{11}}}} a_4^{\frac{\gamma_{14}}{1-\gamma_{44}^{1-\gamma_{11}}}} a_5^{\frac{\gamma_{15}}{1-\gamma_{55}^{1-\gamma_{11}}}}}_{A_1} k^{\alpha \left( \frac{1}{1-\gamma_{11}} \left( \theta_1 + \frac{\theta_2\gamma_{12}}{1-\gamma_{22}^{1-\gamma_{11}}} + \frac{\theta_3\gamma_{13}}{1-\gamma_{33}^{1-\gamma_{11}}} + \frac{\theta_4\gamma_{14}}{1-\gamma_{44}^{1-\gamma_{11}}} + \frac{\theta_5\gamma_{15}}{1-\gamma_{55}^{1-\gamma_{11}}} \right) \right)}$$



Si se define  $A$ , entonces:

$$A = a_1 \frac{1}{1-\gamma_{11}} a_2 \frac{\gamma_{12}}{1-\gamma_{22} - 1-\gamma_{11}} a_3 \frac{\gamma_{13}}{1-\gamma_{33} - 1-\gamma_{11}} a_4 \frac{\gamma_{14}}{1-\gamma_{44} - 1-\gamma_{11}} a_5 \frac{\gamma_{15}}{1-\gamma_{55} - 1-\gamma_{11}}$$

y se fija que

$$v_{ee} = \frac{1}{1-\gamma_{11}} \left( \theta_1 + \frac{\theta_2 \gamma_{12}}{1-\gamma_{22}} + \frac{\theta_3 \gamma_{13}}{1-\gamma_{33}} + \frac{\theta_4 \gamma_{14}}{1-\gamma_{44}} + \frac{\theta_5 \gamma_{15}}{1-\gamma_{55}} \right)$$

El numerador del factor  $v_{ee}$  representa la interacción entre las participaciones de capital sectoriales y los factores de intensidad del comercio intersectorial con cada sector aledaño. El denominador está totalmente dado por la productoria de los factores de intensidad de comercio intersectorial, mientras que el numerador indica que la condición para que el fenómeno de convergencia se verifique es que:

$$\alpha v_{ee} \leq 1$$

Ello implica que los niveles de compras al propio sector, o a otros sectores, deben ser muy altos. Es decir,

$$v_{ee} \leq 1/\alpha$$

En esta arquitectura en particular,  $1-\gamma_{ii} = \gamma_{ij}, \forall i \neq j$ , por lo que

$$\gamma_{11} = 0 \quad \text{y} \quad v_{ee} = 1$$

Entonces queda el caso:

$$y_{ee} = y_1 = Ak^{\alpha v_{ee}}$$

El capital del estado estacionario es:

$$k^* = \left( \frac{s}{n + \delta + g} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_{vee}}}$$

Y la función de función de producción del sector 1 es:

$$y_{ee} = A \left( \frac{s}{n + \delta + g} \right)^{\frac{\alpha_{vee}}{1-\alpha_{vee}}}$$

### Caso 3. Red de estrella saliente

En este caso existe un sector que provee insumos de todos los demás, siendo esta relación no recíproca. Las funciones de producción sectoriales son las que siguen, las que habría que sumar, exceptuando la 1 para calcular el PBI de esta red:

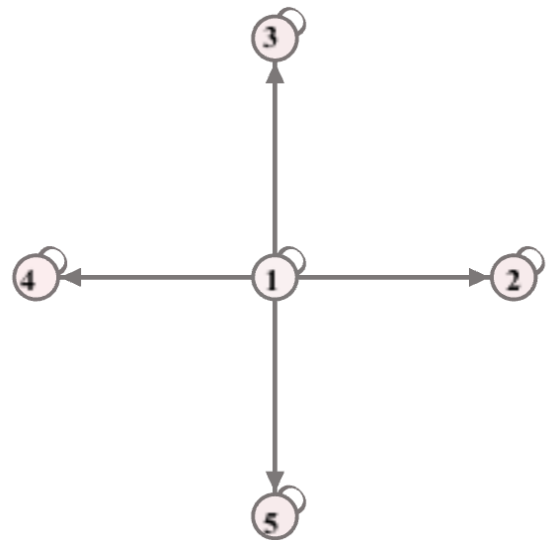
$$y_1 = a_1 k^{\alpha \theta_1} y_1^{\gamma_{11}} \Rightarrow y_1 = a_1 k^{\alpha \theta_1} \frac{1}{1-\gamma_{11}}$$

$$y_2 = a_2 k^{\alpha \theta_2} y_2^{\gamma_{22}} y_1^{\gamma_{21}} \Rightarrow y_2 = a_2 k^{\alpha \theta_2} y_1^{\gamma_{21}} \frac{1}{1-\gamma_{22}}$$

$$y_3 = a_3 k^{\alpha \theta_3} y_3^{\gamma_{33}} y_1^{\gamma_{31}} \Rightarrow y_3 = a_3 k^{\alpha \theta_3} y_1^{\gamma_{31}} \frac{1}{1-\gamma_{33}}$$

$$y_4 = a_4 k^{\alpha \theta_4} y_4^{\gamma_{44}} y_1^{\gamma_{41}} \Rightarrow y_4 = a_4 k^{\alpha \theta_4} y_1^{\gamma_{41}} \frac{1}{1-\gamma_{44}}$$

$$y_5 = a_5 k^{\alpha \theta_5} y_5^{\gamma_{55}} y_1^{\gamma_{51}} \Rightarrow y_5 = a_5 k^{\alpha \theta_5} y_1^{\gamma_{51}} \frac{1}{1-\gamma_{55}}$$



$$y_{es} = \sum_{i=2}^5 y_i = \sum_{i=2}^5 a_i k^{\alpha \theta_i} y_1^{\gamma_{i1}} \frac{1}{1-\gamma_{ii}} = \sum_{i=2}^5 \left( a_i k^{\alpha \theta_i} a_1 k^{\alpha \theta_1} \right)$$

$$y_{es} = \sum_{i=2}^5 \left( a_i a_1^{\frac{\gamma_{i1}}{1-\gamma_{11}}} k^{\frac{\alpha \theta_i (1-\gamma_{11}) + \theta_1 \gamma_{i1}}{1-\gamma_{ii}}} \right) = \sum_{i=2}^5 a_i \frac{1}{a_1^{\frac{\gamma_{i1}}{1-\gamma_{11}}}} k^{\frac{\alpha \theta_i (1-\gamma_{11}) + \theta_1 \gamma_{i1}}{1-\gamma_{ii} (1-\gamma_{11})}}$$

Si se define a:

$$A = \sum_{i=2}^5 a_i a_1^{\frac{\gamma_i}{1-\gamma_1}}$$

$$V_{es} = \sum_{i=2}^5 \frac{(\theta_i 1-\gamma_{11} + \theta_1 \gamma_{1i})}{1-\gamma_{11}}$$

Tenemos que

$$y_{es} = \sum_{i=2}^5 A_i k^{\alpha_{v_{es}}}$$

En estado estacionario las variables crecen a una tasa constante:

$$s \cdot \sum_{i=2}^5 A_i k^{\alpha_{v_{es}}-1} - n + \delta + g = 0$$

### 5.3 Un análisis simulado del impacto de los shocks sectoriales

A lo largo de esta tesis, se argumentó que la arquitectura de la red incide en la producción agregada. Por ello, se identificaron en las redes ilustradas en el capítulo III algunos tipos de relaciones entre los sectores productivos. En esta parte, entonces, se realizó una simulación para comprobar cuáles de estas arquitecturas están asociadas a una mayor tasa de crecimiento del PBI, y cómo responde cada una a un shock de productividad en un sector, dependiendo del rol de éste último en la red.

En particular se hizo el ejercicio con cuatro de ellas: a) lineal monodireccional; b) red direccionada no lineal; c) estrella entrante; y d) estrella saliente. En todos los casos se consideraron cinco sectores productivos ( $n=5$ ) y los siguientes datos:  $a_i=1$ , o sea un estado de la tecnología inicial uniforme para todos los sectores productivos; el capital total de la economía  $k=2$ ;  $\theta_i=0.2$  que representa la proporción del capital total de la economía de la que dispone cada sector;  $\alpha=0.5$  que es la proporción en la que participa el capital en la función de producción;  $s_i=0.15$  que es la tasa de ahorro como proporción del producto de cada sector;

$\rho=0.05$  que representa la tasa de depreciación del capital y los  $\gamma_{ij}$  dependen de cada estructura, que reflejan la participación de la producción del sector  $j$  en la producción del bien  $i^2$ .

Vale aclarar que, en la matriz de adyacencia, que representa las relaciones entre los sectores productivos reflejadas en la MIP, esta última variable estaría en el lugar  $\gamma_{ji}$  de esa matriz, ya que lo que cada sector produce para el resto se corresponde con una fila de la MIP. Por ejemplo, si el sector agrícola es el 1 y encadena hacia delante con la producción de alimentos que sería el sector 2, ese valor considerado en el modelo es  $\gamma_{21}$ , mientras que en la MIP esa transacción sería la celda de intersección entre la fila 1 y la columna 2, o sea  $\gamma_{ij}=\gamma_{12}$ .

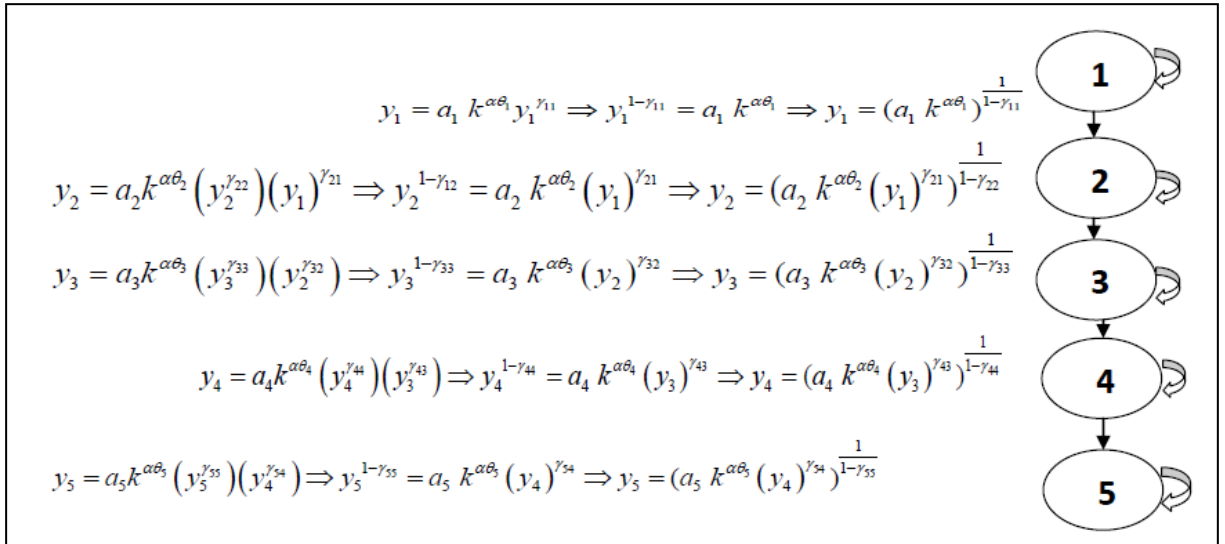
A continuación se considera cada uno de los cuatro casos de arquitectura de red, analizando el PBI resultante. Las funciones de producción sectoriales de la estructura lineal, estrella entrante y estrella saliente, que fueron desarrolladas en el apartado anterior, son repetidas más abajo pero en términos más agregados, y se ilustra nuevamente la estructura de la red para tenerla presente en el desarrollo de la simulación.

- a) Estructura Lineal Monodireccional: en este caso, el PBI sería la producción del sector 5, ya que es el que absorbe la producción de toda la línea (Figura N° 31). Como ejemplos puede verse la red de Brasil en la Figura N° 17, la cadena que conforman:  $y_1$ =agricultura,  $y_2$ =producción de alimentos,  $y_3$ =hoteles y restaurantes,  $y_4$ = administración pública,  $y_5$ = educación; o el caso resaltado en la red de Hungría (Figura N° 25) en donde  $y_1$ =radio,  $y_2$ =maquinaria y aparatos eléctricos,  $y_3$ =hierro y acero,  $y_4$ = construcción,  $y_5$ = actividades de bienes raíces.

### **Figura N° 31: Caso de Red Monodireccional**

---

<sup>2</sup> Los valores supuestos para los shocks y la tasa de depreciación no difieren del promedio sectorial para esas variables que ha considerado Jorgenson (1991).

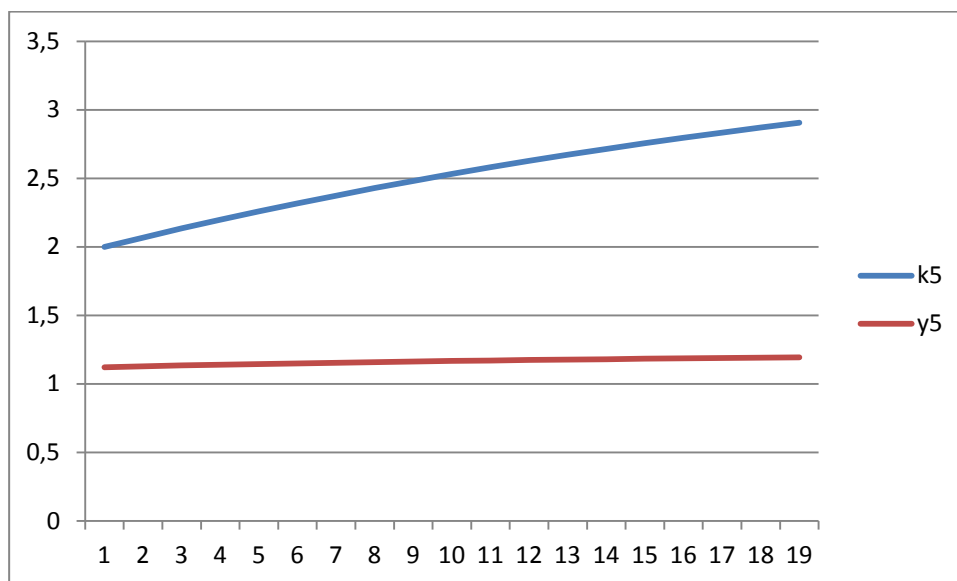


La matriz de adyacencia correspondiente a este caso es:

$$\begin{bmatrix} \gamma^{11} & \gamma^{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma^{22} & \gamma^{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma^{33} & \gamma^{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \gamma^{44} & \gamma^{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma^{55} \end{bmatrix}$$

Con los parámetros escogidos, se pudo graficar la evolución del capital y de la producción del sector 5, que es el que determina el PBI por ser el que se encuentra en el extremo final de la cadena de insumo producto (Figura N° 32).

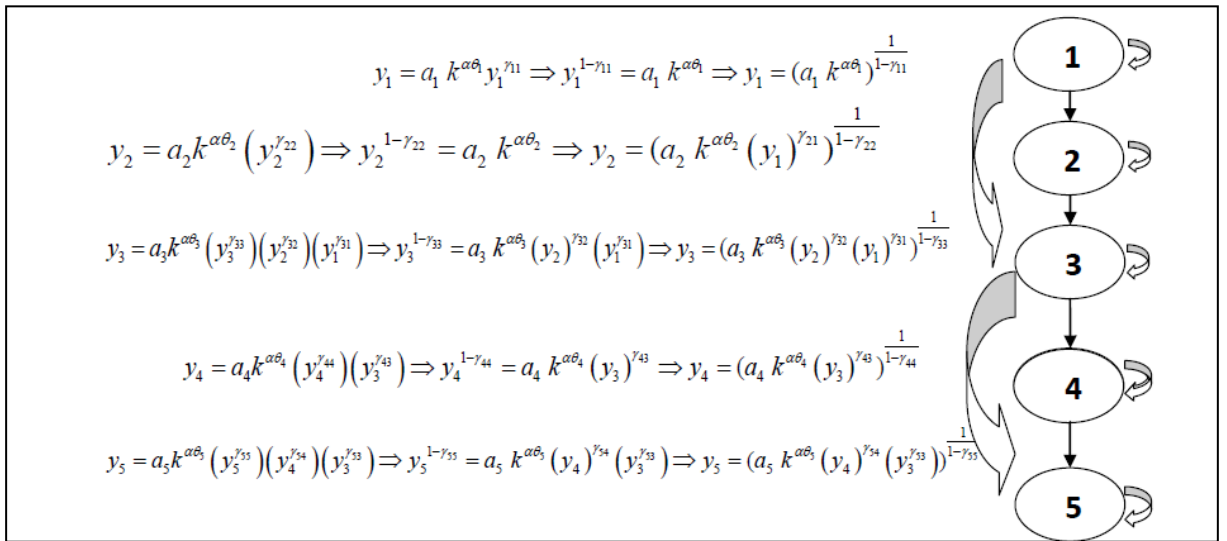
**Figura N° 32: Capital y producto del sector 5 (caso lineal)**



En este caso, el PBI inicia en 1.12 y termina en 1.19, siendo los valores más bajos en comparación con las otras estructuras.

- b) Estructura direccionada no lineal: en este caso, el PBI también sería la producción del sector 5, ya que es el que absorbe la producción de toda la línea, pero con la diferencia respecto a la estructura anterior, de que hay realimentaciones en el sector 3 y en el 5 (Figura N° 33) . Como ejemplos puede verse la red de Argentina en la Figura N° 6, la cadena que conforman:  $y_1$ =caza,  $y_2$ =matanza de animales,  $y_3$ =curtido de cueros,  $y_4$ = calzado,  $y_5$ = marroquinería. La realimentación indicaría que el sector de caza de animales provee al de curtido de cueros, tanto indirectamente a través de la matanza de animales, como directamente.

**Figura N° 33: Caso de Red Direcccionada no lineal**

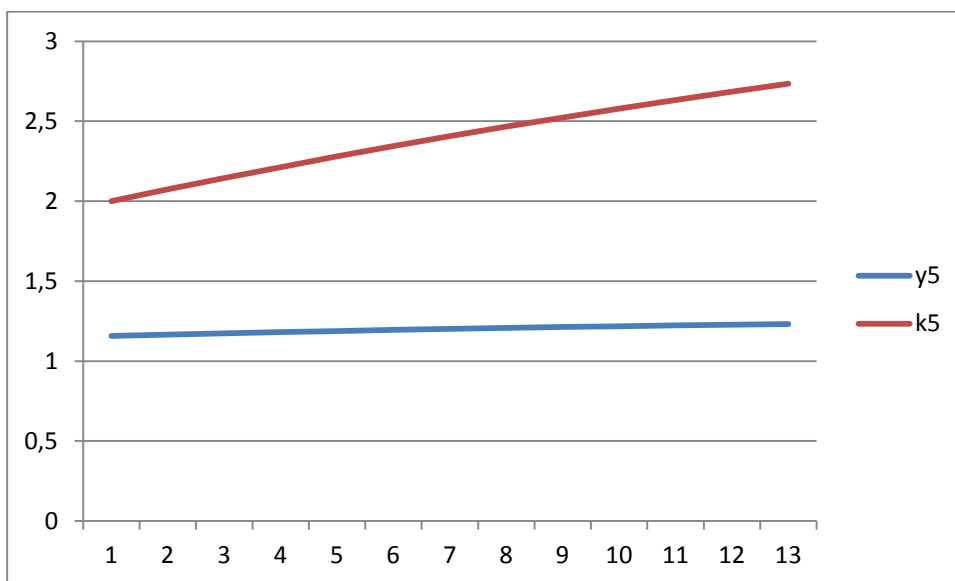


La matriz de adyacencia correspondiente a este caso es:

$$\begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{22} & \gamma_{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_{33} & \gamma_{34} & \gamma_{35} \\ 0 & 0 & 0 & \gamma_{44} & \gamma_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_{55} \end{bmatrix}$$

En la Figura N° 34 puede verse la evolución del PBI y del capital en esa red.

**Figura N° 34: Capital y producto del sector 5 (caso red direccionada no lineal)**



En este caso, el PBI inicia en 1.15 y termina en 1.23, siendo los valores levemente más altos respecto al caso anterior, lo que se explica por la realimentación que hay en los sectores 3 y 5.

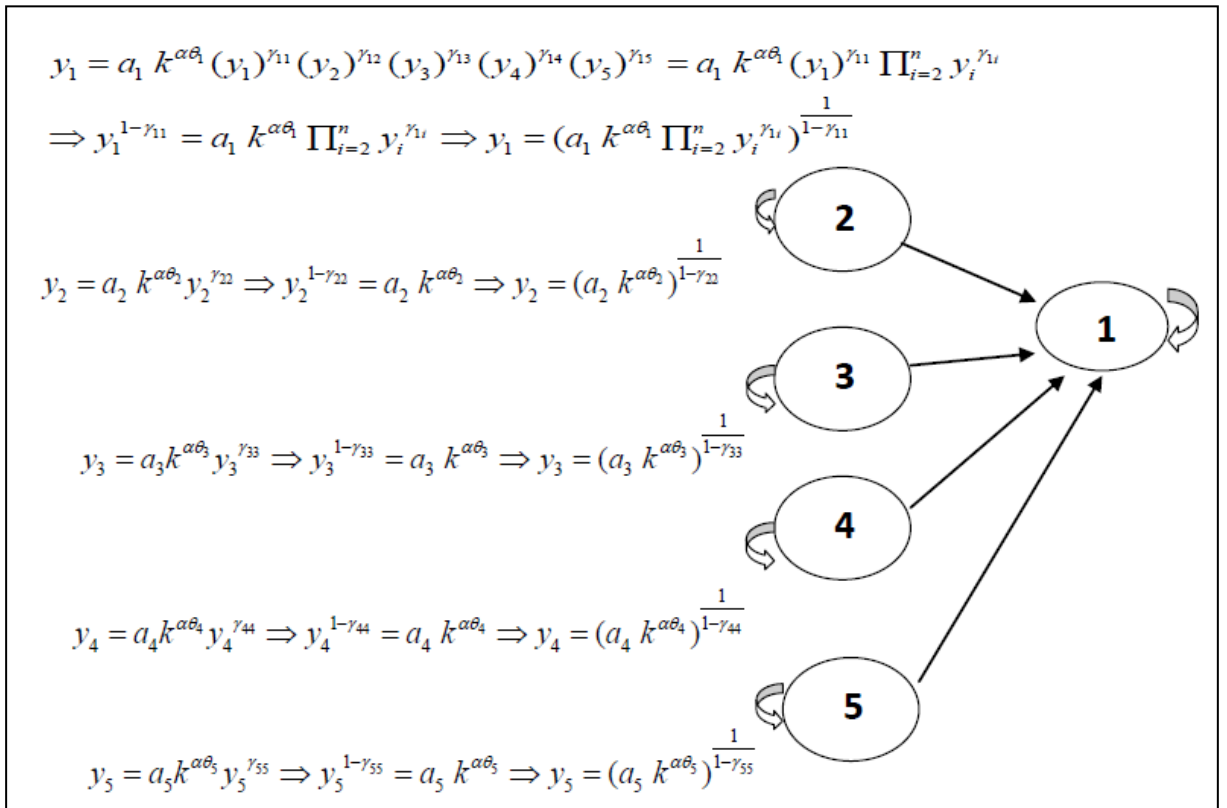
- c) Estructura Estrella Entrante: en este caso, el PBI sería el correspondiente al sector 1, que absorbe parte de la producción de los sectores 2 al 5. Como ejemplos pueden verse la red en donde la construcción sería el sector que demanda bienes intermedios al resto, de Grecia en la Figura N° 19, de Argentina en el Figura N° 6, de Israel en la Figura N° 21, de Estados Unidos en la Figura N° 23 y de Japón en la Figura N° 20. En todos estos casos, el sector de la construcción sería el eje del cluster, en términos del modelo de Czamanski y Ablas (1978) utilizado en el capítulo III.

Otro ejemplo es de la Administración Pública, señalada en las mencionadas redes de Grecia, Israel y Estados Unidos. También podría citarse el caso del Comercio en la red de Grecia. Es relevante recordar que estos sectores ejes de cluster son los que se identificaron en el apartado 3.5.4 como los más centrales, y por ende, los que al crecer impulsan un crecimiento en términos agregados a través de los muchos sectores que les proveen insumos.

El gráfico y las ecuaciones correspondientes son las de la Figura N° 35.



**Figura N° 35: Caso Estrella Entrante**



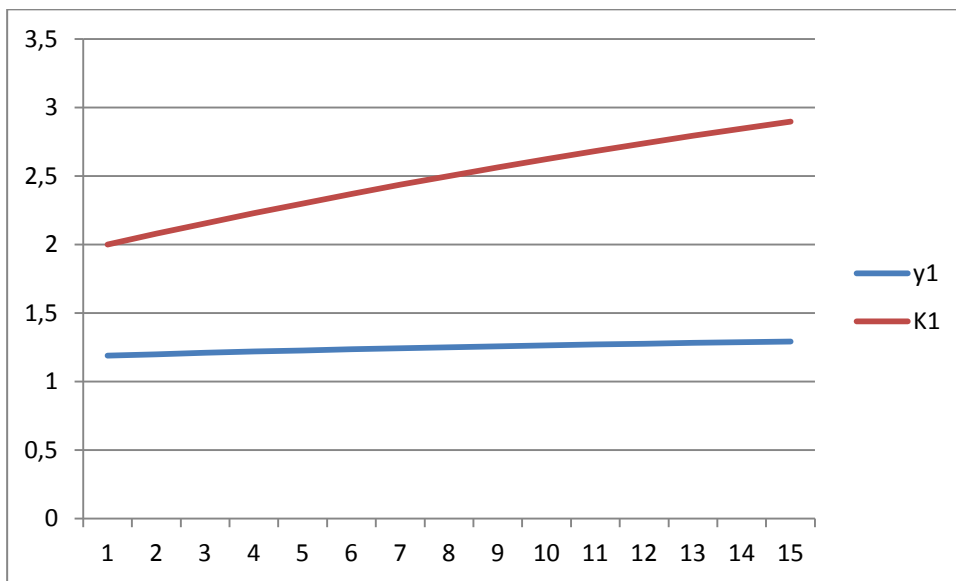
**Fuente:** Elaboración propia

La matriz de adyacencia relacionada a este caso es:

$$\begin{bmatrix} \gamma^{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \gamma^{21} & \gamma^{22} & 0 & 0 & 0 \\ \gamma^{31} & 0 & \gamma^{33} & 0 & 0 \\ \gamma^{41} & 0 & 0 & \gamma^{44} & 0 \\ \gamma^{51} & 0 & 0 & 0 & \gamma^{55} \end{bmatrix}$$

En la Figura N° 36 puede verse la evolución del PBI y del capital en esa red.

**Figura N° 36: Capital y producto del sector 1 (estrella entrante)**

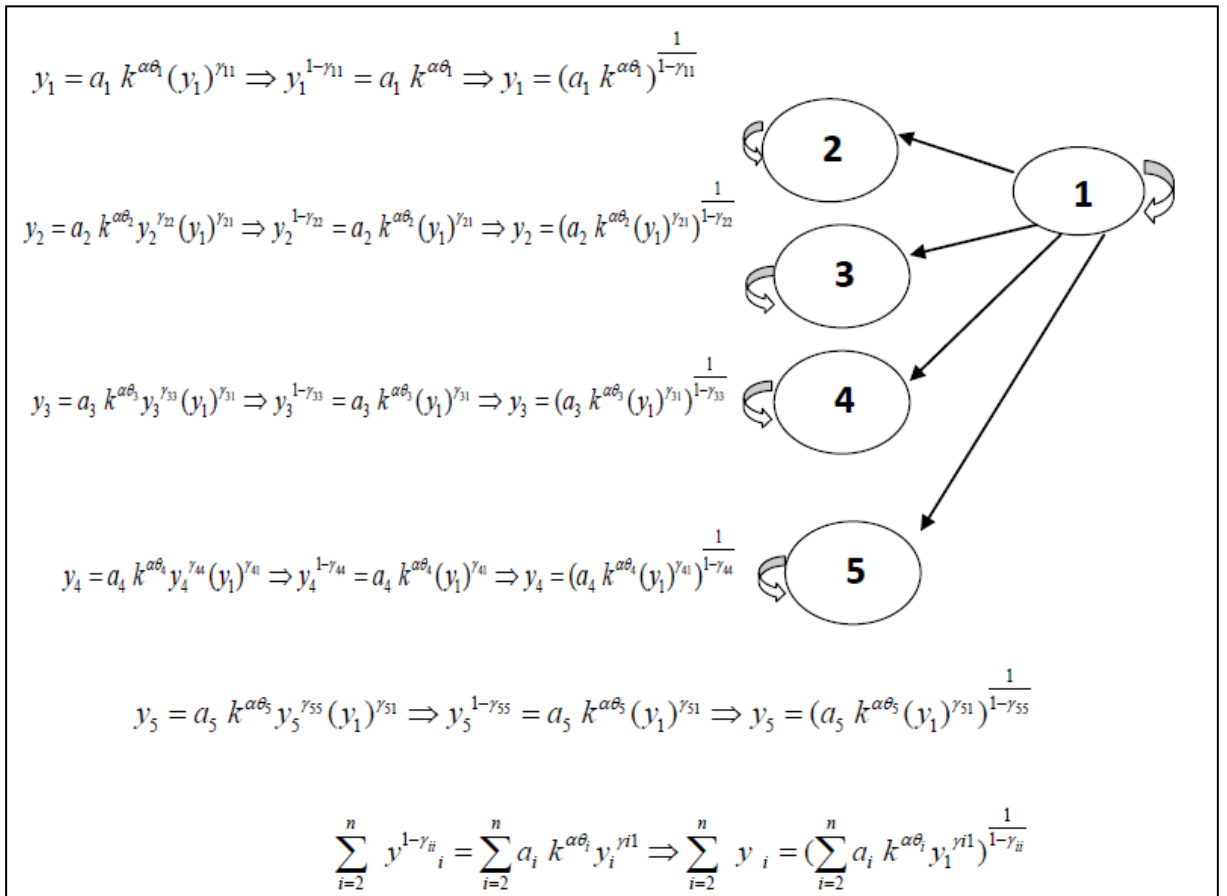


En este caso, el PBI inicia en 1.15 y termina en 1.29 aproximadamente, exhibiendo un comportamiento similar al del caso anterior.

- d) Estructura Estrella Saliente: en este caso, el PBI sería el resultante de sumar la producción de los sectores 2 al 5, que son los que se abastecen con los bienes elaborados por el sector 1. Como ejemplo puede verse la red de Brasil en la Figura N° 17, en donde la producción de coque abastece a la minería (energía), al transporte fluvial, al comercio y al transporte terrestre.

El gráfico y las ecuaciones correspondientes son las de la Figura N° 37.

**Figura N° 37: Caso Estrella Saliente**

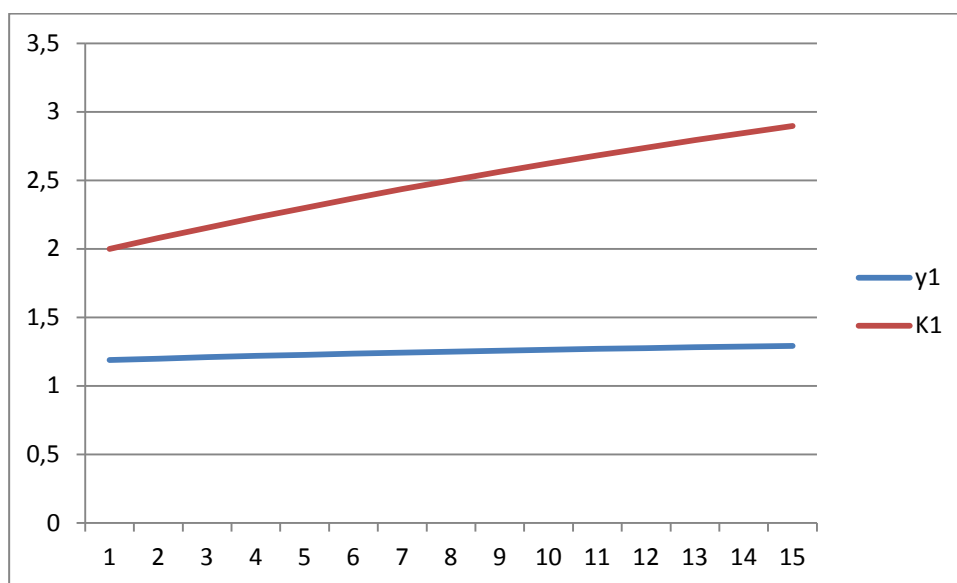


La matriz de adyacencia de este caso es:

$$\begin{bmatrix} \gamma^{11} & \gamma^{12} & \gamma^{13} & \gamma^{14} & \gamma^{15} \\ 0 & \gamma^{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma^{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \gamma^{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma^{55} \end{bmatrix}$$

En la Figura N° 38 puede verse el comportamiento del capital y de la producción agregada de los sectores 2, 3, 4 y 5.

**Figura N° 38: Sumatoria del capital y el producto de los sectores 2 al 5  
(estrella saliente)**



En este caso, como puede apreciarse en el gráfico, el PBI es mayor que en los casos anteriores, ya que se computa la producción de los sectores que reciben la producción saliente del sector 1.

En la Tabla N° 14 se vuelcan los resultados de elasticidad promedio derivada de la simulación de un shock del 10% de incremento en la productividad del sector 1, 3 y 5, respectivamente, lo que produjo un diferencial en el PBI que depende del tipo de arquitectura de la red y del rol del sector que recibió el shock dentro de esa red.

**Tabla N° 14: Elasticidades de la producción frente a cambios en la productividad**

Tipo de Arquitectura	Sector 1	Sector 3	Sector 5
Lineal Monodireccional	0.005	0.08	1.32
Direccionada no lineal	0.38	0.78	1.47
Estrella entrante	1.35	0.34	0.34
Estrella saliente	0.33	0	0

Como puede apreciarse, en el caso de la red lineal monodireccional el producto se vuelve más elástico ante shocks productivos, cuando el mismo se produce más cerca del sector que determina el PBI en esta red, que es el sector 5, único caso además, en que la elasticidad supera la unidad.

Lo mismo ocurre en el caso de red direccionada no lineal, en donde el valor de las elasticidades, además, es mayor que anteriormente, sobre todo en los sectores 1 y 3, que son los que abastecen a más de un sector dentro de la red.

En tanto, en el caso de la estrella entrante, las elasticidades son idénticas en los sectores que abastecen al 1, que es el que determina el PBI de la red, por lo que un shock en este sector provoca una respuesta más que proporcional de la producción.

Por último, en el caso de la estrella saliente, las elasticidades son nulas si los shocks se producen en los sectores que reciben la producción del 1 que es el central, mientras que si el aumento de la productividad se verifica en ese sector, el PBI aumenta pero menos que proporcionalmente.

### **5.3. Conclusión**

La modelización de las funciones de producción en red contempla el análisis de la mutua interdependencia de los sectores. Se destaca, en este análisis en particular, cómo el progreso técnico, modelado habitualmente como un agregado sin mayores precisiones en los modelos básicos de Solow, adquiere una forma más compleja y secuencial. Aún sin explicar los microfundamentos, queda expuesta una secuencia de efectos que puede llegar a ser muy compleja y que merece un estudio más profundo de su afectación al shock agregado. Este capítulo brinda, en ese sentido, una orientación inicial de lo que sería esperable en un modelo de crecimiento básico, como el modelo de Solow, con una red de producción.

Como conclusión de la simulación hecha en este apartado puede afirmarse que la estructura que menos aporta al PBI es la lineal monodireccional, ya que contabiliza sólo la producción del sector que absorbe la producción de los restantes sectores. Le sigue en orden de magnitud el caso de la red direccionada no lineal, luego la estrella entrante saliente y por último la

estrella saliente, en donde la misma asegura que el PBI agregado es el más alto de los tipos de cadenas productivas considerados.

A su vez, se ha comprobado, a través de un modelo de tipo Solow pero considerando los vínculos intersectoriales, que la elasticidad de la respuesta del PBI a un shock idiosincrático, depende del rol del sector en cada tipo de estructura analizada, encontrando que la elasticidad es mayor en los sectores en que se mide el PBI, ya que se provoca un efecto en cadena de ese shock transmitiéndose a lo largo de la red, tal como sostienen varios de los trabajos comentados en el capítulo II.

## **REFLEXIONES FINALES**

Este trabajo resume los principales trabajos en un campo de reciente actividad de la teoría económica. Las redes productivas, por largo tiempo, quedaron supeditadas a un análisis matricial y contable, aportando mucha información al proceso de estudio y planificación de la actividad económica. Más modernamente, el surgimiento del análisis de redes sociales en el ámbito de la sociología y su exitosa aplicación a diversos otros campos de la ciencia convirtió al análisis matricial tradicional en un paso intermedio. Las interrelaciones productivas así estudiadas convocan a nuevos interrogantes, como el planteado en el objetivo de esta tesis, el de aportar evidencia y discusión acerca de si determinadas arquitecturas de las MIP se asocian a un mayor crecimiento económico.

Sin dudas, el trabajo de Acemoglu y otros (2012) ha sido el más provocador, sentando las raíces de los fundamentos microeconómicos y basados en redes de los ciclos económicos agregados. Un campo que emerge direccionando esfuerzos de investigación es el de cómo las redes de producción se asocian con la conducta a largo plazo de la economía: la interacción entre la estructura de red y el crecimiento económico surge como un campo de investigación fértil y prometedor.

Esta pequeña contribución, como se mencionó, revisa parte de la reciente literatura enfocándose en lo que se ha dicho hasta ahora respecto a redes y crecimiento, concentrándose en las investigaciones que utilizan la MIP por instrumento metodológico. Un pequeño avance exploratorio realizado en esta tesis, sienta precedentes a favor de la interpretación de Oberfield (2014), respecto al surgimiento de sectores intermedios altamente conectados (grandes proveedores multisectoriales, visualizados como una red en forma de estrella con centro en el proveedor y con enlaces no recíprocos) en los entramados productivos como un factor clave para el crecimiento económico. El segundo hecho estilizado muestra que las redes con diámetro mayor están, también, asociadas al crecimiento económico, ya que ello implica más distancia entre los más diversos sectores productivos. Y lo mismo se verifica en las redes más densas, ya que ello significa que se concreta en la realidad un gran porcentaje del total de relaciones posibles entre todos los nodos de la red.

Por otra parte, se aportó evidencia también en lo relacionado a los eslabonamientos y los clusters de cadena de valor, y la contribución de ambos al crecimiento del producto agregado,

encontrando que, en algunos países, esa relación se verifica mientras que en otros es menos claro. Lo que sí se ha podido demostrar es que hay ciertos sectores a los que algunos autores llaman clave, otros los denominan motrices y otros se refieren a ellos como centrales, que al crecer provocarían un aumento del PBI, mientras que hay otros sectores en los que ello no ocurre. Para poder llegar a esa conclusión se calcularon los eslabonamientos entre cada par de sectores productivos en treinta y seis países, haciendo especial énfasis en Argentina.

Por último, se realizó una variante del modelo de Solow (1956), incorporándole las relaciones intersectoriales como factor del crecimiento del producto, simulando los resultados del mismo y su respuesta ante shocks idiosincráticos en diferentes nodos de esas redes, y se avanzó en la especificación de una forma funcional compleja del progreso tecnológico, que es la fuente de crecimiento en ese modelo tradicional.

Futuras líneas de investigación podrían estar dadas por un mayor análisis a nivel de grupos de países, de la incidencia de la MIP en el crecimiento económico, con el fin de determinar cuál sería la arquitectura de la red que representa un mayor crecimiento del PBI en cada grupo. Esto sería posible, ya que hay varias fuentes de información que proveen bases de datos que continuamente publican nuevas estimaciones de las MIP de países con diferente grado de desarrollo.

Por otra parte, se podrían flexibilizar los parámetros del modelo de Czamanski y Ablas (1978), con el fin de volver a construir el mapa de relaciones sectoriales resultante y contrastar el mismo con los datos del crecimiento económico de esos países, para comprobar si nuevamente no hay una relación contundente entre ambos fenómenos.

Por último, podría avanzarse en el tema de la convergencia hacia el estado estacionario y el análisis del progreso tecnológico en la variante propuesta del modelo de Solow. Asimismo, se podría llevar este análisis a otros modelos más complejos de la teoría del crecimiento.



## **APENDICE**

En esta parte se exponen las tablas que contienen el listado de los sectores económicos de cada país, rankeados de mayor a menor de acuerdo a su grado de centralidad medida según el caminante aleatorio.

La fuente de los datos es Blöchl y otros (2011) y corresponde a las MIP de los treinta y seis países allí contemplados, medidas entre 1997 y 2001. Los resultados fueron obtenidos de la aplicación de MATLAB.

<b>ARGENTINA</b>	<b>AUSTRALIA</b>	<b>AUSTRIA</b>	<b>BELGICA</b>	<b>BRASIL</b>	<b>CANADA</b>
Alimentos Hoteles y restaurantes Administración pública Construcción Otras activ. comunitarias Comercio Otras actividades empresariales Agricultura  Salud y trabajo social Transp. terrestre; transp. tuberías Textiles Actividades inmobiliarias Correos y telecomunicaciones Finanzas y seguros Educación Químicos sin farmacéuticos Activ.anexas a transp.; agencias Vehículos de motor Pulpa de papel Coque Productos farmacéuticos Minas y canteras (energía) Producción Productos metálicos elaborados Maquinaria y equipos Hierro y acero Otros prod.min. no metálicos Productos de caucho y plásticos Ind. manif. ncp; reciclaje Minas y canteras (no energía) Transporte aéreo Pción de gas; dist.comb.gas. Maquinaria y aparatos eléctricos Madera y prod.de madera y corcho Colección Metales no ferrosos Transporte fluvial Medicina Radio Astilleros Equipos y transporte ferrocarril Oficina	Comercio Construcción Hoteles y restaurantes Otras actividades empresariales Alimentos Administración pública Actividades inmobiliarias Otras activ. comunitarias  Transp. terrestre; transp. tuberías Agricultura Actividades informáticas y conexas Activ.anexas a transp.; agencias Minas y canteras (no energía) Correos y telecomunicaciones Productos metálicos elaborados Metales no ferrosos Pulpa de papel Finanzas y seguros Minas y canteras (energía) Vehículos de motor Salud y trabajo social Producción Maquinaria y equipos Hierro y acero Coque Químicos sin farmacéuticos Transporte aéreo Otros prod.min. no metálicos Textiles Educación Productos de caucho y plásticos Productos farmacéuticos Ind. manif. ncp; reciclaje Maquinaria y aparatos eléctricos Madera y prod.de madera y corcho Colección Oficina Pción de gas; distrib. de comb.gas. Transporte fluvial Astilleros Medicina Equipos y transporte ferrocarril Aeronaves y naves espaciales	Comercio Construcción Administración pública Actividades inmobiliarias Hoteles y restaurantes Alimentos Activ.anexas a transp.; agencias Salud y trabajo social  Maquinaria y equipos Otras actividades empresariales Transp. terrestre; transp. tuberías Pulpa de papel Otras activ. comunitarias Agricultura Vehículos de motor Correos y telecomunicaciones Productos metálicos elaborados Químicos sin farmacéuticos Finanzas y seguros Transporte aéreo Ind. manif. ncp; reciclaje Hierro y acero Madera y prod.de madera y corcho Radio Otros prod.min. no metálicos Maquinaria y aparatos eléctricos Textiles Productos de caucho y plásticos Producción Educación Actividades informáticas y conexas Astilleros Alquiler de maquinaria y equipo Coque Medicina Minas y canteras (no energía) Oficina Colección Minas y canteras (energía) Investigación y desarrollo Transporte fluvial	Comercio Construcción Otras actividades empresariales Alimentos Químicos sin farmacéuticos Hoteles y restaurantes Activ.anexas a transp.; agencias Vehículos de motor  Agricultura Salud y trabajo social Actividades inmobiliarias Administración pública Otras activ. comunitarias Transp. terrestre; transp. tuberías Productos metálicos elaborados Hierro y acero Pulpa de papel Maquinaria y equipos Coque Finanzas y seguros Textiles Transporte aéreo Productos de caucho y plásticos Ind. manif. ncp; reciclaje Correos y telecomunicaciones Actividades informáticas y conexas Producción Maquinaria y aparatos eléctricos Educación Transporte fluvial Radio Madera y prod.de madera y corcho Alquiler de maquinaria y equipo Astilleros Medicina Investigación y desarrollo Minas y canteras (no energía) Colección Oficina	Comercio Administración pública Alimentos Construcción Agricultura Finanzas y seguros Hoteles y restaurantes Actividades inmobiliarias Químicos excluyendo sin farmacéuticos Transp. terrestre; transp. tuberías Correos y telecomunicaciones Pulpa de papel Vehículos de motor Coque Otras actividades empresariales Salud y trabajo social Textiles Maquinaria y equipos Productos metálicos elaborados Hierro y acero Productos de caucho y plásticos Ind. manif. ncp; reciclaje Producción Maquinaria y aparatos eléctricos Otros prod.min. no metálicos Educación Otras activ. comunitarias Activ.anexas a transp.; agencias Minas y canteras (energía) Productos farmacéuticos Metales no ferrosos Transporte aéreo Minas y canteras (no energía) Hierro y acero Alquiler de maquinaria y equipo Maquinaria y aparatos eléctricos Metales no ferrosos Radio Otros prod.min. no metálicos Textiles Productos farmacéuticos Aeronaves y naves espaciales Medicina Colección Equipos y transporte ferrocarril Oficina Pción de gas; distrib. de comb. gas Alquiler de maquinaria y equipo Transporte fluvial Astilleros	Comercio Administración pública Construcción Actividades inmobiliarias Finanzas y seguros Hoteles y restaurantes Otras actividades empresariales Alimentos  Vehículos de motor Otras activ. comunitarias Activ.anexas a transp.; agencias Agricultura Pulpa de papel Transp. terrestre; transp. tuberías Correos y telecomunicaciones Madera y prod.de madera y corcho Transporte aéreo Educación Correos y telecomunicaciones Madera y prod.de madera y corcho Transporte aéreo Educación Salud y trabajo social Químicos sin productos farmacéuticos Producción Productos metálicos elaborados Actividades informáticas y conexas Productos de caucho y plásticos Maquinaria y equipos Ind. manif. ncp; reciclaje Salud y trabajo social Minas y canteras (energía) Coque Químicos sin productos farmacéuticos Producción Productos metálicos elaborados Actividades informáticas y conexas Productos de caucho y plásticos Maquinaria y equipos Ind. manif. ncp; reciclaje Salud y trabajo social Minas y canteras (no energía) Hierro y acero Alquiler de maquinaria y equipo Maquinaria y aparatos eléctricos Metales no ferrosos Radio Otros prod.min. no metálicos Textiles Productos farmacéuticos Aeronaves y naves espaciales Equipos y transporte ferrocarril Medicina Oficina Transporte fluvial Pción de gas; distrib. de comb.gas Astilleros Colección

REP. CHECA	CHINA	NVA ZELANDA	ALEMANIA	ESPAÑA	FINLANDIA
Comercio	Construcción	Comercio	Comercio	Comercio	Comercio
Químicos sin farmacéuticos	Comercio	Construcción	Construcción	Construcción	Actividades inmobiliarias
Construcción	Otras activ. empresariales	Alimentos	Alimentos	Hoteles y restaurantes	Construcción
Alimentos	Maquinaria y aparatos eléctricos	Otras activ. empresariales	Salud y trabajo social	Otras activ. empresariales	Administración pública
Hoteles y restaurantes	Agricultura	Vehículos de motor	Agricultura	Alimentos	Pulpa de papel
Administración pública	Alimentos	Hoteles y restaurantes	Hoteles y restaurantes	Actividades inmobiliarias	Radio
Salud y trabajo social	Textiles	Agricultura	Administración pública	Activ.anexas a transp.; agencias	Otras activ. empresariales
Finanzas y seguros	Químicos sin farmacéuticos	Transp. terrestre; transp. tuberías	Actividades inmobiliarias	Otras activ. Comunitarias	Otras activ. comunitarias
Alquiler de maquinaria y equipo	Transp. terrestre; transp. tuberías	Otras activ. Comunitarias	Otras activ. empresariales	Vehículos de motor	Maquinaria y equipos
Maquinaria y equipos	Maquinaria y equipos	Actividades inmobiliarias	Educación	Agricultura	Salud y trabajo social
Transp. terrestre; transp. tuberías	Hoteles y restaurantes	Maquinaria y equipos	Otras activ. comunitarias	Transp. terrestre; transp. tuberías	Hoteles y restaurantes
Agricultura	Producción	Finanzas y seguros	Actividades informáticas y conexas	Salud y trabajo social	Educación
Medicina	Educación	Activ.anexas a transp.; agencias	Correos y telecomunicaciones	Administración pública	Activ.anexas a transp.; agencias
Oficina	Correos y telecomunicaciones	Productos metálicos elaborados	Maquinaria y equipos	Químicos sin farmacéuticos	Alimentos
Actividades inmobiliarias	Productos de caucho y plásticos	Administración pública	Productos farmacéuticos	Hierro y acero	Correos y telecomunicaciones
Educación	Actividades inmobiliarias	Maquinaria y aparatos eléctricos	Transp. terrestre; transp. tuberías	Productos metálicos elaborados	Finanzas y seguros
Otra activ. comunitarias	Otros prod.min. no metálicos	Producción	Finanzas y seguros	Finanzas y seguros	Actividades informáticas y conexas
Pulpa de papel	Hierro y acero	Salud y trabajo social	Pulpa de papel	Otros prod.min. no metálicos	Agricultura
Producción	Radio	Otros prod.min. no metálicos	Químicos sin farmacéuticos	Correos y telecomunicaciones	Madera y prod.de madera y corcho
Productos metálicos elaborados	Finanzas y seguros	Hierro y acero	Productos metálicos elaborados	Pulpa de papel	Productos metálicos elaborados
Correos y telecomunicaciones	Coque	Ind. manif. ncp; reciclaje	Ind. manif. ncp; reciclaje	Textiles	Hierro y acero
Productos de caucho y plásticos	Productos metálicos elaborados	Correos y telecomunicaciones	Maquinaria y aparatos eléctricos	Ind. manif. ncp; reciclaje	Maquinaria y aparatos eléctricos
Ind. manif. ncp; reciclaje	Salud y trabajo social	Químicos sin farmacéuticos	Activ.anexas a transp.; agencias	Maquinaria y equipos	Químicos sin farmacéuticos
Activ.anexas a transp.; agencias	Minas y canteras (no energía)	Educación	Transporte aéreo	Productos de caucho y plásticos	Transp. terrestre; transp. tuberías
Actividades informáticas y conexas	Vehículos de motor	Textiles	Productos de caucho y plásticos	Educación	Producción
Investigación y desarrollo	Pulpa de papel	Madera y prod.de madera y corcho	Alquiler de maquinaria y equipo	Producción	Astilleros
Hierro y acero	Ind. manif. ncp; reciclaje	Productos de caucho y plásticos	Transporte fluvial	Maquinaria y aparatos eléctricos	Transporte aéreo
Otros prod.min. no metálicos	Equipos y transporte ferrocarril	Pulpa de papel	Otros prod.min. no metálicos	Transporte aéreo	Medicina
Textiles	Metales no ferrosos	Minas y canteras (energía)	Medicina	Coque	Productos de caucho y plásticos
Radio	Productos farmacéuticos	Radio	Textiles	Madera y prod.de madera y corcho	Ind. manif. ncp; reciclaje
Astilleros	Oficina	Actividades informáticas y conexas	Radio	Alquiler de maquinaria y equipo	Otros prod.min. no metálicos
Madera y prod.de madera y corcho	Minas y canteras (energía)	Colección	Madera y prod.de madera y corcho	Astilleros	Coque
Minas y canteras (energía)	Madera y prod.de madera y corcho	Coque	Astilleros	Actividades informáticas y conexas	Transporte fluvial
Vehículos de motor	Astilleros	Transporte aéreo	Hierro y acero	Radio	Investigación y desarrollo
	Medicina	Oficina	Vehículos de motor	Oficina	Textiles
	Colección	Medicina	Producción	Colección	Vehículos de motor
		Astilleros	Suministro de vapor y agua caliente	Medicina	Minas y canteras (no energía)
		Alquiler de maquinaria y equipo	Investigación y desarrollo	Minas y canteras (no energía)	Alquiler de maquinaria y equipo
		Minas y canteras (no energía)	Coque	Transporte fluvial	Oficina
		Investigación y desarrollo	Colección	Minas y canteras (energía)	Minas y canteras (energía)
		Transporte fluvial	Minas y canteras (energía)	Pción de gas; distrib. de comb.gas	Colección
			Pción de gas; dist.comb.gas.	Investigación y desarrollo	
			Metales no ferrosos		
			Oficina		
			Minas y canteras (no energía)		
			Aeronaves y naves espaciales		

FRANCIA	GRAN BRETAÑA	GRECIA	HUNGRÍA	INDIA	INDONESIA
Construcción	Comercio	Comercio	Comercio	Comercio	Transp. terrestre; transp. tuberías
Comercio	Finanzas y seguros	Hoteles y restaurantes	Alimentos	Construcción	Alimentos
Otras activ. empresariales	Administración pública	Administración pública	Agricultura	Alimentos	Agricultura
Alimentos	Otras activ. empresariales	Construcción	Construcción	Hoteles y restaurantes	Construcción
Administración pública	Construcción	Alimentos	Vehículos de motor	Agricultura	Hoteles y restaurantes
Salud y trabajo social	Actividades inmobiliarias	Actividades inmobiliarias	Hoteles y restaurantes	Administración pública	Textiles
Hoteles y restaurantes	Hoteles y restaurantes	Correos y telecomunicaciones	Maquinaria y aparatos eléctricos	Radio	Salud y trabajo social
Vehículos de motor	Salud y trabajo social	Textiles	Otras activ. Empresariales	Textiles	Comercio
Químicos sin farmacéuticos	Alimentos	Finanzas y seguros	Otras activ. Comunitarias	Transp. terrestre; transp. tuberías	Químicos sin farmacéuticos
Otras activ. comunitarias	Otras activ. comunitarias	Agricultura	Transp. terrestre; transp. tuberías	Educación	Producción
Agricultura	Transp. terrestre; transp. tuberías	Otras activ. empresariales	Actividades inmobiliarias	Actividades inmobiliarias	Finanzas y seguros
Finanzas y seguros	Químicos sin farmacéuticos	Otras activ. comunitarias	Radio	Finanzas y seguros	Hierro y acero
Actividades inmobiliarias	Vehículos de motor	Transporte aéreo	Administración pública	Otras activ. comunitarias	Educación
Maquinaria y equipos	Correos y telecomunicaciones	Salud y trabajo social	Salud y trabajo social	Productos de caucho y plásticos	Ind.mManuf. ncp; reciclaje
Astilleros	Educación	Transp. terrestre; transp. tuberías	Maquinaria y equipos	Transp. terrestre; transp. por tuberías	Productos de caucho y plásticos
Educación	Pulpa de papel	Químicos sin farmacéuticos	Oficina	Otras activ. Empresariales	Actividades inmobiliarias
Productos metálicos elaborados	Maquinaria y equipos	Educación	Productos metálicos elaborados	Ind.mManuf. ncp; reciclaje	Otras activ. comunitarias
Productos de caucho y plásticos	Activ.anexas a transp.; agencias	Pulpa de papel	Químicos sin farmacéuticos	Transporte aéreo	Maquinaria y equipos
Radio	Actividades informáticas y conexas	Hierro y acero	Correos y telecomunicaciones	Madera y prod.de madera y corcho	Vehículos de motor
Pulpa de papel	Agricultura	Otros prod.min. no metálicos	Finanzas y seguros	Transporte fluvial	Otros prod.min. no metálicos
Investigación y desarrollo	Productos metálicos elaborados	Ind. manuf. ncp; reciclaje	Textiles	Salud y trabajo social	Maquinaria y aparatos eléctricos
Producción	Radio	Productos metálicos elaborados	Productos de caucho y plásticos	Pulpa de papel	Productos farmacéuticos
Transp. terrestre; transp. tuberías	Productos de caucho y plásticos	Productos de caucho y plásticos	Productos de caucho y plásticos	Minas y canteras (no energía)	Coque
Correos y telecomunicaciones	Producción	Activ.anexas a transp.; agencias	Pulpa de papel	Maquinaria y aparatos eléctricos	Productos metálicos elaborados
Actividades informáticas y conexas	Hierro y acero	Maquinaria y equipos	Hierro y acero	Investigación y desarrollo	Radio
Maquinaria y aparatos eléctricos	Astilleros	Producción	Producción	Correos y telecomunicaciones	Pulpa de papel
Hierro y acero	Ind. manuf. ncp; reciclaje	Madera y prod.de madera y corcho	Educación	Alquiler de maquinaria y equipo	Madera y prod.de madera y corcho
Ind. manuf. ncp; reciclaje	Oficina	Alquiler de maquinaria y equipo	Coque	Químicos sin farmacéuticos	Correos y telecomunicaciones
Coque	Transporte aéreo	Transporte fluvial	Activ.anexas a transp.; agencias	Actividades informáticas y conexas	Minas y canteras (energía)
Textiles	Textiles	Maquinaria y aparatos eléctricos	Otros prod.min. no metálicos	Equipos y transporte ferrocarril	Actividades informáticas y conexas
Medicina	Maquinaria y aparatos eléctricos	Coque	Madera y prod.de madera y corcho	Otros prod.min. no metálicos	Transporte fluvial
Transporte aéreo	Alquiler de maquinaria y equipo	Radio	Transporte aéreo	Maquinaria y equipos	Transporte aéreo
Otros prod.min. no metálicos	Medicina	Minas y canteras (no energía)	Ind. manuf. ncp; reciclaje	Productos metálicos elaborados	Activ.anexas a transp.; agencias
Alquiler de maquinaria y equipo	Minas y canteras (energía)	Colección	Medicina	Metales no ferrosos	Metales no ferrosos
Colección	Otros prod.min. no metálicos	Actividades informáticas y conexas	Colección	Minas y canteras (energía)	Colección
Activ.anexas a transp.; agencias	Coque	Investigación y desarrollo	Investigación y desarrollo	Producción	Equipos y transporte ferrocarril
Madera y prod.de madera y corcho	Investigación y desarrollo	Astilleros	Astilleros	Hierro y acero	Otras activ. empresariales
Oficina	Transporte fluvial	Minas y canteras (energía)	Alquiler de maquinaria y equipo	Productos farmacéuticos	Minas y canteras (no energía)
Minas y canteras (no energía)	Madera y prod.de madera y corcho	Vehículos de motor	Minas y canteras (no energía)	Vehículos de motor	Astilleros
Transporte fluvial	Colección	Medicina	Minas y canteras (energía)	Medicina	Oficina
		Oficina	Transporte fluvial	Coque	Pción de gas; dist.comb.gas.
				Oficina	
				Astilleros	
				Aeronaves y naves espaciales	
				Colección	
				Pción de gas; dist.comb.gas.	
				Suministro de vapor y agua caliente	

<b>IRLANDA</b>	<b>ISRAEL</b>	<b>ITALIA</b>	<b>JAPON</b>	<b>COREA</b>	<b>LUXEMBURGO</b>
Construcción	Administración pública	Comercio	Otras activ. empresariales	Construcción	Finanzas y seguros
Alimentos	Actividades inmobiliarias	Construcción	Comercio	actividades inmobiliarias	Construcción
Oficina	Alimentos	Maquinaria y equipos	Construcción	Vehículos de motor	Administración pública
Actividades inmobiliarias	Agricultura	Hoteles y restaurantes	Salud y trabajo social	comercio	Comercio
Administración pública	Construcción	Alimentos	Hoteles y restaurantes	Textiles	Otras activ. empresariales
Químicos sin farmacéuticos	Comercio	Otras activ. empresariales	Maquinaria y equipos	Alimentos	Transporte aéreo
Hoteles y restaurantes	Educación	Transp. terrestre; transp. tuberías	Actividades inmobiliarias	Salud y trabajo social	Hoteles y restaurantes
Comercio	Salud y trabajo social	Textiles	Vehículos de motor	Maquinaria y aparatos eléctricos	Productos metálicos elaborados
Agricultura	Otras activ. empresariales	Productos metálicos elaborados	Administración pública	Otras activ. comunitarias	Salud y trabajo social
Radio	Finanzas y seguros	Vehículos de motor	Alimentos	Agricultura	Hierro y acero
Otras activ. Empresariales	Transporte aéreo	Químicos sin farmacéuticos	Radio	Otras activ. Empresariales	Otra comunidad
Salud y trabajo social	Producción	Activ.anexas a transp.; agencias	Otras activ. comunitarias	Transp. terrestre; transp. tuberías	Actividades inmobiliarias
Pulpa de papel	Hoteles y restaurantes	Administración pública	Actividades informáticas y conexas	Maquinaria y equipos	Alimentos
Finanzas y seguros	Colección	Ind. manif. ncp; reciclaje	Finanzas y seguros	Químicos sin farmacéuticos	Transp. terrestre; transp. tuberías
Correos y telecomunicaciones	Químicos sin farmacéuticos	Correos y telecomunicaciones	Correos y telecomunicaciones	Finanzas y seguros	Maquinaria y equipos
Activ.anexas a transp.; agencias	Medicina	Hierro y acero	Transp. terrestre; transp. tuberías	Radio	Productos de caucho y plásticos
Maquinaria y aparatos eléctricos	Textiles	Otras activ. comunitarias	Químicos sin farmacéuticos	Productos de caucho y plásticos	Correos y telecomunicaciones
Educación	Activ.anexas a transp.; agencias	Pulpa de papel	Hierro y acero	Correos y telecomunicaciones	Actividades informáticas y conexas
Actividades informáticas y conexas	Transp. terrestre; transp. Tuberías	Productos de caucho y plásticos	Producción	Transporte fluvial	Pulpa
Medicina	Otras activ. comunitarias	Salud y trabajo social	Agricultura	Oficina	Agricultura
Otras activ. Comunitarias	Productos metálicos elaborados	Maquinaria y aparatos eléctricos	Productos metálicos elaborados	Productos farmacéuticos	Otros prod.min. no metálicos
Productos de caucho y plásticos	Correos y telecomunicaciones	Otros prod.min. no metálicos	Oficina	Pulpa de papel	Educación
Transp. terrestre; transp. tuberías	Actividades informáticas y conexas	Actividades informáticas y conexas	Pulpa de papel	Hierro y acero	Textiles
Producción	Pulpa de papel	Finanzas y seguros	Maquinaria y aparatos eléctricos	Producción	Químicos sin farmacéuticos
Transporte aéreo	Productos de caucho y plásticos	Producción	Ind. manif. ncp; reciclaje	Otros prod.min. no metálicos	Investigación y desarrollo
Ind. manif. ncp; reciclaje	Transporte fluvial	Agricultura	Productos de caucho y plásticos	Productos metálicos elaborados	Activ.anexas a transp.; agencias
Maquinaria y equipos	Ind.manuf. ncp; reciclaje	Astilleros	Investigación y desarrollo	Ind. manif. ncp; reciclaje	Medicina
Otros prod.min. no metálicos	Otros prod.min. no metálicos	Actividades inmobiliarias	Educación	Astilleros	Alquiler de maquinaria y equipo
Productos metálicos elaborados	Maquinaria y equipos	Radio	Alquiler de maquinaria y equipo	Educación	Madera y prod.de madera y corcho
Minas y canteras (no energía)	Radio	Transporte aéreo	Medicina	Coque	Producción
Textiles	Astilleros	Medicina	Otros prod.min. no metálicos	Alquiler de maquinaria y equipo	Ind. manif. ncp; reciclaje
Vehículos de motor	Maquinaria y aparatos eléctricos	Madera y prod.de madera y corcho	Activ.anexas a transp.; agencias	Investigación y desarrollo	Maquinaria y aparatos eléctricos
Madera y prod.de madera y corcho	Minas y canteras (energía)	Coque	Metales no ferrosos	Medicina	Minas y canteras (no energía)
Investigación y desarrollo	Productos farmacéuticos	Colección	Productos farmacéuticos	Actividades informáticas y conexas	Colección
Astilleros	Madera y prod.de madera y corcho	Transporte fluvial	Textiles	Transporte aéreo	Transporte fluvial
Transporte fluvial	Hierro y acero	Educación	Astilleros	Activ.anexas a transp.; agencias	Vehículos de motor
Alquiler de maquinaria y equipo	Vehículos de motor	Oficina	Coque	Madera y prod.de madera y corcho	Astilleros
Hierro y acero	Coque	Investigación y desarrollo	Transporte fluvial	Metales no ferrosos	Radio
Colección	Metales no ferrosos	Alquiler de maquinaria y equipo	Pción de gas; dist.comb.gas.	Equipos y transporte ferrocarril	Oficina
	Oficina	Minas y canteras (no energía)	Madera y prod.de madera y corcho	Minas y canteras (no energía)	
		Minas y canteras (energía)	Equipos y transporte ferrocarril	Colección	
			Colección	Pción de gas; dist.comb.gas.	
			Transporte aéreo	Aeronaves y naves espaciales	
			Aeronaves y naves espaciales	Suministro de vapor y agua caliente	
			Suministro de vapor y agua caliente	Minas y canteras (energía)	
			Minas y canteras (energía)		
			Minas y canteras (no energía)		

HOLANDA	NORUEGA	NUEVA ZELANDA	POLONIA	PORTUGAL	RUSIA
Comercio	Comercio	Comercio	Comercio	Comercio	Comercio
Construcción	Construcción	Alimentos	Alimentos	Construcción	Finanzas y seguros
Alimentos	Alimentos	Construcción	Construcción	Hoteles y restaurantes	Transp. terrestre; transp. tuberías
Administración pública	Minas y canteras (energía)	Agricultura	Agricultura	alimentos	Maquinaria y equipos
Otras activ. empresariales	Transporte fluvial	Administración pública	Actividades inmobiliarias	Otras actividades empresariales	Construcción
Hoteles y restaurantes	Administración pública	Hoteles y restaurantes	Otras activ. empresariales	Textiles	Coque
Químicos sin farmacéuticos	Coque	Otras activ. empresariales	Otras activ. comunitarias	Salud y trabajo social	Alimentos
Otras activ. comunitarias	Actividades inmobiliarias	Actividades inmobiliarias	Hoteles y restaurantes	Administración pública	Salud y trabajo social
Agricultura	Otras actividades empresariales	Otras activ. comunitarias	Producción	Agricultura	Agricultura
Actividades inmobiliarias	Agricultura	Salud y trabajo social	Administración pública	Actividades inmobiliarias	Producción
Salud y trabajo social	Activ.anexas a transp.; agencias	Transporte fluvial	Transp. terrestre; transp. tuberías	Finanzas y seguros	Hierro y acero
Finanzas y seguros	Salud y trabajo social	Educación	Activ.anexas a transp.; agencias	Otras activ. comunitarias	Otras activ. comunitarias
Activ.anexas a transp.; agencias	Hoteles y restaurantes	Finanzas y seguros	Químicos sin farmacéuticos	Ind. manif. ncp; reciclaje	Químicos sin farmacéuticos
Educación	Transp. terrestre; transp. tuberías	Pulpa de papel	Vehículos de motor	Vehículos de motor	Metales no ferrosos
Maquinaria y equipos	Astilleros	Maquinaria y equipos	Ind. manif. ncp; reciclaje	Correos y telecomunicaciones	Ind. manif. ncp; reciclaje
Pulpa de papel	Otras activ. comunitarias	Actividades informáticas y conexas	Maquinaria y equipos	Otros prod.min. no metálicos	Madera y prod.de madera y corcho
Correos y telecomunicaciones	Químicos sin farmacéuticos	Madera y prod.de madera y corcho	Productos metálicos elaborados	Químicos sin farmacéuticos	Investigación y desarrollo
Transp. terrestre; transp. tuberías	Pulpa de papel	Producción	Correos y telecomunicaciones	Pulpa de papel	Otros prod.min. no metálicos
Productos metálicos elaborados	Correos y telecomunicaciones	Productos de caucho y plásticos	Pulpa de papel	Productos metálicos elaborados	Pción de gas; dist.comb.gas.
Transporte aéreo	Hierro y acero	Productos metálicos elaborados	Productos de caucho y plásticos	Transp. terrestre; transp. tuberías	Minas y canteras (energía)
Productos de caucho y plásticos	Finanzas y seguros	Transp. terrestre; transp. tuberías	Textiles	Educación	Otras activ. empresariales
Ind. manif. ncp; reciclaje	Maquinaria y equipos	Textiles	Otros prod.min. no metálicos	Madera y prod.de madera y corcho	Textiles
Vehículos de motor	Educación	Correos y telecomunicaciones	Salud y trabajo social	Activ.anexas a transp.; agencias	
Radio	Actividades informáticas y conexas	Ind. manif. ncp; reciclaje	Coque	Maquinaria y equipos	
Transporte fluvial	Productos metálicos elaborados	Hierro y acero	Finanzas y seguros	Maquinaria y aparatos eléctricos	
Actividades informáticas y conexas	Madera y prod.de madera y corcho	Químicos sin farmacéuticos	Madera y prod.de madera y corcho	Productos de caucho y plásticos	
Otros prod.min. no metálicos	Transporte aéreo	Minas y canteras (energía)	Hierro y acero	Transporte aéreo	
Producción	Ind. manif. ncp; reciclaje	Vehículos de motor	Maquinaria y aparatos eléctricos	Producción	
Hierro y acero	Otros prod.min. no metálicos	Alquiler de maquinaria y equipo	Educación	Radio	
Coque	Minas y canteras (no energía)	Otros prod.min. no metálicos	Minas y canteras (energía)	Actividades informáticas y conexas	
Astilleros	Producción	Minas y canteras (no energía)	Astilleros	Hierro y acero	
Textiles	Medicina	Colección	Transporte aéreo	Alquiler de maquinaria y equipo	
Alquiler de maquinaria y equipo	Productos de caucho y plásticos		Radio	Minas y canteras (no energía)	
Minas y canteras (energía)	Alquiler de maquinaria y equipo		Actividades informáticas y conexas	Astilleros	
Maquinaria y aparatos eléctricos	Radio		Minas y canteras (no energía)	Coque	
Medicina	Vehículos de motor		Medicina	Colección	
Madera y prod.de madera y corcho	Minas y canteras (no energía)		Investigación y desarrollo	Medicina	
Investigación y desarrollo	Textiles		Colección	Transporte fluvial	
Oficina	Investigación y desarrollo		Oficina	Investigación y desarrollo	
Colección	Colección		Alquiler de maquinaria y equipo	Oficina	
Minas y canteras (no energía)	Oficina				

ESLOVAQUIA	SUECIA	TURQUIA	TAIWAN	ESTADOS UNIDOS	SUDAFRICA
Comercio	Otras actividades empresariales	Alimentos	Comercio	Administración pública	Administración pública
Construcción	Comercio	Comercio	Oficina	Comercio	Comercio
Alimentos	Administración pública	Construcción	Ind. manif. ncp; reciclaje	Otras activ. comunitarios	Salud y trabajo social
Transp. terrestre; transp. tuberías	Actividades inmobiliarias	Hoteles y restaurantes	Radio	Salud y trabajo social	Alimentos
Agricultura	Radio	Agricultura	Construcción	Actividades inmobiliarias	Transp. terrestre; transp. tuberías
Producción	Vehículos de motor	Finanzas y seguros	Maquinaria y equipos	Construcción	Agricultura
Administración pública	Salud y trabajo social	Textiles	Actividades inmobiliarias	Hoteles y restaurantes	Minas y canteras (no energía)
Vehículos de motor	Construcción	Transp. terrestre; transp. tuberías	Administración pública	Finanzas y seguros	Finanzas y seguros
Otras activ. empresariales	Maquinaria y equipos	Activ.anexas a transp.; agencias	Textiles	Investigación y desarrollo	Construcción
Hierro y acero	Pulpa de papel	Maquinaria y equipos	Finanzas y seguros	Alimentos	Vehículos de motor
Maquinaria y equipos	Educación	Otras activ. empresariales	Otras activ. comunitarias	Pulpa	Hierro y acero
Hoteles y restaurantes	Otra comunidad	Ind.manuf. ncp; reciclaje	Alimentos	Vehículos de motor	Actividades inmobiliarias
Productos metálicos elaborados	Actividades informáticas y conexas	Salud y trabajo social	Otras activ. empresariales	Oficina	Químicos sin farmacéuticos
Otras activ. comunitarias	Alimentos	Vehículos de motor	Hierro y acero	Otras activ. empresariales	Otras activ. comunitarias
Maquinaria y aparatos eléctricos	Hoteles y restaurantes	Otras activ. comunitarias	Productos de caucho y plásticos	Transp. terrestre; transp. tuberías	Coque
Salud y trabajo social	Activ.anexas a transp.; agencias	Productos metálicos elaborados	Agricultura	Correos y telecomunicaciones	Otras activ. empresariales
Químicos sin farmacéuticos	Correos y telecomunicaciones	Químicos sin farmacéuticos	Químicos sin farmacéuticos	Químicos sin farmacéuticos	Hoteles y restaurantes
Pulpa de papel	Productos metálicos elaborados	Productos de caucho y plásticos	Maquinaria y aparatos eléctricos	Maquinaria y equipos	Pulpa de papel
Actividades inmobiliarias	Transp. terrestre; transp. tuberías	Transporte aéreo	Productos metálicos elaborados	Agricultura	Textiles
Otros prod.min. no metálicos	Hierro y acero	Pulpa de papel	Investigación y desarrollo	Actividades informáticas y conexas	Producción
Ind. manif. ncp; reciclaje	Químicos sin farmacéuticos	Otros prod.min. no metálicos	Actividades informáticas y conexas	Alquiler de maquinaria y equipo	Maquinaria y equipos
Activ.anexas a transp.; agencias	Finanzas y seguros	Hierro y acero	Correos y telecomunicaciones	Productos metálicos elaborados	Correos y telecomunicaciones
Productos de caucho y plásticos	Madera y prod.de madera y corcho	Transporte fluvial	Hoteles y restaurantes	Productos de caucho y plásticos	Ind. manif. ncp; reciclaje
Finanzas y seguros	Agricultura	Maquinaria y aparatos eléctricos	Vehículos de motor	Producción	Minas y canteras (energía)
Madera y prod.de madera y corcho	Maquinaria y aparatos eléctricos	Madera y prod.de madera y corcho	Transp. terrestre; transp. tuberías	Ind. manif. ncp; reciclaje	Productos metálicos elaborados
Textiles	Ind. manif. ncp; reciclaje	Producción	Educación	Educación	Otros prod.min. no metálicos
Coque	Medicina	Educación	Pulpa de papel	Coque	Productos de caucho y plásticos
Medicina	Transporte aéreo	Actividades informáticas y conexas	Salud y trabajo social	Hierro y acero	Maquinaria y aparatos eléctricos
Educación	Investigación y desarrollo	Coque	Transporte aéreo	Astilleros	Metales no ferrosos
Correos y telecomunicaciones	Productos de caucho y plásticos	Productos farmacéuticos	Otros prod.min. no metálicos	Textiles	Productos farmacéuticos
Colección	Transporte fluvial	Radio	Producción	Transporte aéreo	Madera y prod.de madera y corcho
Astilleros	Astilleros	Minas y canteras (no energía)	Equipos y transporte ferrocarril	Maquinaria y aparatos eléctricos	Colección
Investigación y desarrollo	Producción	Correos y telecomunicaciones	Medicina	Madera y prod.de madera y corcho	Astilleros
Actividades informáticas y conexas	Alquiler de maquinaria y equipo	Minas y canteras (energía)	Transporte fluvial	Otros prod.min. no metálicos	Radio
Oficina	Otros prod.min. no metálicos	Metales no ferrosos	Activ.anexas a transp.; agencias	Minas y canteras (energía)	Medicina
Radio	Coque	Actividades inmobiliarias	Metales no ferrosos	Minas y canteras (no energía)	Oficina
Minas y canteras (no energía)	Minas y canteras (no energ)	Colección	Coque	Transporte fluvial	
Alquiler de maquinaria y equipo	Colección	Medicina	Madera y prod.de madera y corcho	Activ.anexas a transp.; agencias	
Minas y canteras (energía)	Textiles	Equipos y transporte ferrocarril	Productos farmacéuticos		
Transporte aéreo	Oficina	Pción de gas; distrib. de comb.gas	Aeronaves y naves espaciales		
Transporte fluvial	Minas y canteras (energía)	Oficina	Alquiler de maquinaria y equipo		
		Astilleros	Minas y canteras (no energía)		
		Alquiler de maquinaria y equipo	Astilleros		
		Investigación y desarrollo	Colección		
		Aeronaves y naves espaciales	Pción de gas; dist.comb.gas.		
			Minas y canteras (energía)		
			Suministro de vapor y agua caliente		

## **BIBLIOGRAFIA**

- Acemoglu, D., Ozdaglar, A. y A. Tahbaz-Salehi (2010), “Cascades in Networks and Aggregate Volatility”. *NBER Working Paper* N° 16516.
- Acemoglu, D., Ozdaglar, A. y A. Tahbaz-Salehi (2012), “The Network Origins of Aggregate Fluctuations”. *Econometría* 80: pp. 1977–2016.
- Acemoglu, D., Ozdaglar, A. y A. Tahbaz-Salehi (2013), “The Network Origins of Large Economic Downturns”. *NBER Working Paper* N° 19230.
- Acemoglu, D., Akcigit, U. y W. Kerr (2015), “Networks and the Macroeconomy: an empirical exploration”. *NBER Working Paper* N° 21344.
- Alatríste Contreras, M. y G. Fagiolo (2014), “Propagation of Economic Shocks in Input-Output Networks: A Cross-Country Analysis”. En web: <http://arxiv.org/abs/1401.4704>
- Alcalá, F. y A. Ciccone (2001), “Trade and productivity”. *Working paper. Universitat Pompeu Fabra*.
- Alfaro L. y M. Chen (2009), “The global agglomeration of multinational firms”, *NBER Working Paper* N° 15576.
- Aroche, F. (2009), “El análisis de la innovación tecnológica, el análisis de redes y el modelo Insumo-Producto”, Facultad de Economía, UNAM. Ciudad Universitaria, México D.F.  
En web: <http://www.uclm.es/actividades0809/jornadas/io/topico%25201/Innovaci%25C3%25B3n%2520y%2520redes.doc>.
- Arraigada, O. y J. Parra (2002), “Aplicación del método indirecto para la obtención de una matriz insumo-producto, año 2002 para la VIII Región del Bío-Bío”, Revista Horizontes Empresariales, Chile. En web: <http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/42/documentos/osvaldo.pdf.p24>.



- Astori, D. (1983), “Enfoque Crítico de la Contabilidad Social”, México DF, Editorial Siglo XXI,. pp. 300-319.
- Bak, P., Kan C., Scheinkman, J. y M. Woodford (1993), “Aggregate fluctuations from independent sectoral shocks: self-organized criticality in a model of production and inventory dynamics.” *Ricerche Economiche* N°47, pp. 3–30.
- Bala, V. y S. Goyal (2000), “A Noncooperative Model of Network Formation,” *Econometrica* N° 68, pp. 1181-1230.
- Ballester, C., Calvó-Armengol, A. y Y. Zenou (2006), "Who's Who in Networks. Wanted: The Key Player," *Econometría* N° 74, pp.1403-1417.
- Baron, R., Durieu, J., Hans Haller, R. y P. Solal (2008), "Good neighbors are hard to find: computational complexity of network formation", *Review of Economic Design* N° 12, pp.1-19.
- Barro, R. (1998), “ Determinants of Economics Growth: A cross-country Empirical Study”, *NBER Working Paper* N° 9490.
- Bavelas, A. (1948) “A mathematical model for group structures”, *Human Organization* N° 7, pp. 16-30.
- Beauchamp, M. A. (1965), “An improved index of centrality”, *Behavioral Science* N° 10, pp. 161–163.
- Belso Martinez , J. y Lopez Sanchez, M. (2012), “Metaorganizadores, redes externas y conocimiento en los sectores manufactureros españoles: el papel de las instituciones locales en el distrito industrial de Vinalopó” , *Economía, Sociedad y Territorio* Vol. XII, N° 38, pp. 1-42.
- Bernanke, B.S., M. Gertler y S. Gilchrist (1996), “The Financial Accelerator and the Flight to Quality.” *Review of Economics and Statistics* N° 78, pp.1–15.
- Bigio, S. y La’O, J. (2013), Financial frictions in production networks. University of Chicago Booth Working Paper.

- Blöchl, F., J. Theis, F. Vega Redondo y E. Fisher (2010), "Which sectors of a modern economy are most central?" CESifo Working Paper Series No. 3175
- Blöchl F., J. Theis, F. Vega Redondo y E. Fisher (2011), "Vertex centralities in Input-Output Networks Reveal the Structure of Modern Economies", *Physical Review* N° 83, pp. 046127 –28.
- Bonacich, P. (1972), "Factoring and weighting approaches to clique identification". *Journal of Mathematical Sociology* N°2, pp. 113-120.
- Bueno Campos, V. y Morcillo Ortega, P. (1996), "Elementos de Economía y de Organización Industrial", McGraw-Hill, Madrid, pp. 348-360.
- Bulmer, T.V. (1982), "Input-Output analysis in developing countries: Source, methods and applications", New York, Wiley, pp.11-18.
- Burlon, L. (2012), "How Do Aggregate Fluctuations Depend on the Network Structure of the Economy?" *Center for Research on Welfare Economics (CREB) Working Paper*, University of Barcelona.
- Caballero, R. y Simsek A. (2009), "Fire Sales in a Model of Complexity". *NBER Working Paper* No. 15479.
- Calderón Martínez, M. y Flores Paredes J. (2012), "Redes de conocimiento en empresas de la industria electrónica en México: una propuesta metodológica", *Revista Economía: Teoría y práctica*, Nueva Época N° 37, pp.121-143.
- Carvalho, V. (2012), "Input-output networks. A survey". Complexity Research Initiative for Systemic Instabilities", FP7-ICT-2011-7-288501-CRISIS.
- Cerina F. , Z. Zhu, A. Chessa y M. Riccaboni (2014), World Input-Output Network, IMT Lucca EIC Working Paper Series #06.
- Conley, T.G. y B. Dupor (2003) "A spatial analysis of sectoral complementarity". *Journal of Political Economy* 111:311–352.

- Cooley, T. y Prescott (1995), "Economic growth and business cycles". In *Frontiers of business cycle research* (Thomas F. Cooley, ed.), pp.1-38.
- Czamanski, S. y Ablas, A (1978), " Identification of Industrial Clusters and Complexes: A comparison of methods and findings", *Urban Studios* N° 16, pp. 61-80.
- Chenery, B. y Watanabe, T. (1958), "International Comparison of the Structure of Production", *Econometrica Journal of the Econometric Society* Vol. 26, N° 2.
- De Benedictis, L., S. Nenci, G. Santoni, L. Tajoli y C. Vicarelli (2013), "Network Analysis of World Trade using the BACI-CEPII dataset", Working papers N° 471, Banque de France.
- De Obschatko E. S. (1977), *Articulación productiva a partir de los recursos naturales: el caso del complejo oleaginoso argentino*, Documento de trabajo N° 74, Buenos Aires, Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Di Giovanni, J. y A.A. Levchenko (2009), "Trade Openness and Volatility". *The Review of Economic and Statistics* N° 91, pp. 558-585.
- Duernecker, G., M. Meyer y F. Vega-Redondo (2014), "The Network Origins of Economic Growth". Working Paper N° 14-06, University of Mannheim.
- Eastern Outdoor Repts Association (EORA). En web: [www.eora.org](http://www.eora.org)
- Feser, E. y E. Bergman (2000), "National Industry Clusters Templates: A framework for Applied Regional Cluster Analysis", *Regional Studios* N° 34, pp.5-15.
- Freeman L. C. (1977), "A set of measures of centrality based on betweenness", *Sociometry* N° 40, pp. 35-41.
- Freeman L.C. (1992), "Social Networks and the Structure Experiment", en Freeman L.C., White D.R., Romney A.K. (Ed), 1992. "Research Methods in Social Network

- Analysis". New Brunswick . USA, London: Transaction Publishers, pp.11-40.
- Fuentes N. y S. Martinez Pellegrini (2003), "Identificación de clusters y fomento a la cooperación empresarial: el caso de Baja California", *Revista Momento Económico* N°25, México, pp. 39-57.
- Funderburg, R. (2000), "Agglomeration Potential: Industry Linkages in the Southern California Economy", Department of Planning, Policy and Design, University of California, pp. 15-20.
- Gabaix, X. (2011), "The granular origins of aggregate fluctuations". *Econometrica* N° 79, pp. 733-772.
- Javorcik, B.S. (2004), "Does foreign direct investment increase the productivity of domestic firms? In search of spillovers through backward linkages", *American Economic Review* N° 94, pp. 605–627.
- Jones, C.I. (2011), "Misallocation, Economic Growth, and Input-Output Economics". *NBER Working Paper* N° 16742.
- Jorgenson, Dale W. (2001), "Information Technology and the U.S. Economy", *American Economic Review* N° 91, pp. 1–32.
- Jorgenson, Dale W. (1991). "Productivity and Economic Growth", en *Fifty Years of Economic Measurement: The Jubilee of the Conference on Research in Income and Wealth*, *NBER Working Paper*, pp. 19-118.
- Jorgenson, Dale W. y K. J. Stiroh (2000), "U.S. Economic Growth in the New Millennium", *Brookings Papers on Economic Activity* N° 1, pp. 125–211.
- Jorgenson, Dale W., Ho, M. S. y K. J. Stiroh (2002), "Projecting Productivity Growth: Lessons from the U.S. Growth Resurgence", *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Atlanta, pp. 1–13.

- Hanson, G.H., R.J. Mataloni y M.J. Slaughter (2005), "Vertical production networks in multinational firms", *Review of Economic Statistics* N° 87, pp. 664–678.
- Harmon, D., B. Stacey, Y. Bar-Yam y Y. Bar-Yam (2009), "Networks of Economic Market Interdependence and Systemic Risk". NECSI Report. En web: <http://arxiv.org/abs/1011.3707>.
- Hicks, R. J. (1952), "The Social Framework: An Introduction to Economics", Oxford University Press, Amen House, London.
- Hidalgo, C.A, B. Klinger, A.L. Barabási y R. Hausmann (2007), " The Product Space Conditions the Development of nations", *Science* N° 317, pp. 482-490.
- Hirschman, A. (1970), "La estrategia del desarrollo económico", Fondo de Cultura Económica, México, pp. 58-70.
- Hulten, C.R. (1978), "Growth Accounting with Intermediate Inputs". *The Review of Economic Studies* N° 45, pp. 511-518.
- Kirman, A. (2010), "The economic crisis is a crisis for economic theory". *CESifo Economic Studies* N° 56(4), pp. 498-535.
- Kydland, F. y Prescott, E. (1982), "Time to build and aggregate fluctuations". *Econometría* N°50, pp.1345-1370.
- Kuznets, S. (1974). "Consideraciones en torno al crecimiento económico de las naciones modernas", en Kuznets, S.: Crecimiento económico y estructura económica, (2ª ed.), Ariel, Barcelona, pp. 101-148.
- Larrosa, J.M,C (2012a), *Algoritmos evolutivos en juegos de formación de red*. Editorial Académica Española, España (ISBN 978-3-659-05434-1)
- Larrosa, J.M.C (2012b), *Introducción a la economía computacional basada en agentes con aplicaciones NetLogo*. EdiUNS (ISBN 978-987-1907-15-1)

- Leontief, W. (1986), "Input- Output Economics", New York: Oxford University Press.  
Segunda edición, pp. 15-50.
- Levine, R. y Renelt, D. (1992), "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions", *American Economic Review* Vol. 82, No. 4, pp. 942-963.
- López López, J. (2010), Modelo Insumo-Producto. UNACH San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México: UNACH PDF.
- Lucas, R. (1977), "Understanding business cycles." *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* N° 5, pp. 7-29.
- Lugo Morín, D. (2011), "Análisis de redes sociales en el mundo rural: Guía inicial", *Revista de Estudios Sociales* N° 38, pp. 129-142.
- Mattila (2009), "The structure of policy networks: an analysis of political decision making network in Finland". En web: <http://www.valt.helsinki.fi/staff/mmattila/workpape.htm>.
- McNerney, J., y A. Kryazhimskiy (2009), "Network properties of economic-input output networks". International Institute for Applied Systems Analysis Interim Report IR-09-003.
- Meade, J. E. y Stone R, (1941), "The Construction of Tables of National Income, Expenditure, Savings and Investment", *The Economic Journal*, Vol. LI, N° 202, pp. 216-31.
- Mitchell, J. C. (1969), "Social Networks in Urban Settings", Manchester, England: Manchester University Press.
- Montesor S. y G. Marzetti (2008), "Applying Social Network Analysis to Input-Output Based Innovation Matrices: An Illustrative Application to Six OECD Technological Systems for the middle 1990s". *Economic Systems Research* N° 21, pp.129-149.

- Morvan, Y. (1985), “*Filière de production*” en “*Fondements de l’économie industrielle*”, *Económica*, París, pp. 202-205.
- Noh J. y Rieger H. (2004), “Random Walks on complex Networks”, *Physical Review Letters*, Vo. 92, N° 11, pp. 118701-1/4.
- Oberfield, E. (2014), “Business Networks, Production Chains, and Productivity: A Theory of Input-Output Architecture”. Working Paper 2011-12, Federal Reserve Bank of Chicago.
- Olavarria, J. (2011), “Análisis de la cadena de valor del turismo termal: sector de termas ubicadas en la region de la Araucanía y de los Ríos”, Informe Final Eurochile Cadena de Valor Termal, diciembre, pp. 1-80. En web: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36715172>.
- Porter, M. (1990), “The Competitive Advantage of Nations”, New York: Free Press.
- Porter, M. (1998), “Clusters and The New Economics Competition”, *Harvard Business Review*, Nov-Dic, pp. 77-90.
- Poveda, G. y otros (2010). “Un análisis de la evolución de la organización económica española a través de las conserjerías cruzadas”, Anales de la 4º International Conference on Industrial engineering and Industrial Management, San Sebastián. En web: <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/9300>.
- Pyatt, G. y Thorbecke, E. (1976), “Planning Techniques for a Better Future”, Geneva: International Labour Office.
- Pyatt, G. y Roe, A. R. (1977), “Social Accounting Matrices for Development Planning: with Special Reference to Sri Lanka, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ramos, J. (1998), “Teoría: ¿por qué se forman los complejos productivos”, *Revista de la*

CEPAL N°66, diciembre.

Rasmussen, P. (1963), “Relaciones Intersectoriales”, Editorial Aguilar, pp.10-30.

Robinson, S. y Roland-Holst D.W. (1987), “Modelling Structural Adjustment in the United States Economy: Macroeconomics in a Social Accounting Framework”, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California, Berkley.

Rodrik, D. (2005), “Growth Strategies”. Incluido en P. Aghion y S.N. Durlauf (editores) *Handbook of Economic Growth* N° 1, Part A , pp. 967-1014.

Schiavo, S., J. Reyes y G. Fagiolo (2010), “International trade and financial integration: a weighted network analysis” *Quantitative Finance* N° 10, pp. 389-399.

Solow, R. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1, pp. 618-631.

Stone, R. (1962). “A Social Accounting Matrix for 1960. A Programme for Growth”. Chapman and Hall Ltd. London.

Tedesco, L. (2008), “La contribución de la agroindustria a la estrategia de desarrollo económico. Un Análisis de sus eslabonamientos y multiplicadores”. *Revista Estudios Económicos* N° 50, vol. XXV, enero-junio 2008, ISSN 0425-368X, pp. 75-114.

Tedesco, L. (2012), *Clusters agroindustriales en Argentina: un análisis de sus eslabonamientos productivos*. Editorial Académica Española, España. ISBN 978-3-659-03314-8.

Villalón Cornejo, M. (2013), Innovación abierta en México: caso del sector aeronáutico de Querétaro. En

web:

[http://actacientifica.servicioit.cl/biblioteca/gt/GT1/GT1\\_VillalonCornejo.pdf](http://actacientifica.servicioit.cl/biblioteca/gt/GT1/GT1_VillalonCornejo.pdf)

Walras, L. (1874), “Elementos de economía política pura”. Alianza Ed. Madrid, pp. 10-25.



Wasserman, S. y Faust K. (1994), *Social Network Analysis: Methods and Applications*. New York and Cambridge, ENG: Cambridge University Press.

Zizalra Hernandez, I. (2009). “Redes Transfronterizas en Turismo”, en web: <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/7961/tizh.pdf?sequence=1>