



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

Elaboración de una matriz de insumo-producto regional para la región Noreste de México

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:**

**WILLIAM ISMAEL SUGHRUA MARTÍNEZ**

**ASESOR:**

**MTRO. MIGUEL GONZALEZ IBARRA**



**Ciudad Universitaria Cd. De México**

**15 de mayo de 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

Presentación.....	4
1. Planteamiento del problema de investigación .....	5
1.1. Temas de estudio .....	5
1.2. Planteamiento del Problema .....	5
1.3. Objetivo General .....	7
1.4. Objetivos particulares .....	7
1.5. Preguntas de investigación .....	8
1.6. Hipótesis de la investigación .....	8
2. Marco teórico y empírico .....	9
2.1. Fundamentos teóricos de insumo-producto.....	9
2.1.1. La inversa de Leontief .....	12
2.2. Modelos de insumo-producto regionales.....	14
2.2.1. Modelo uni-regional.....	16
2.3. Técnicas de regionalización y el problema de la obtención de información .....	17
2.3.1. Principales técnicas non-survey: Coeficientes de localización.....	19
2.3.2. Métodos de ajuste matricial: El método RAS.....	22
2.3.3. Medidas de precisión de las tablas estimadas .....	23
2.4. Análisis de Impacto: Proyección de la demanda final.....	26
2.4.1. Multiplicadores y encadenamientos.....	27
2.5. La dimensión espacial de la economía.....	28
2.1. Regionalización funcional.....	31
3. Aspectos metodológicos .....	33
3.1. Delimitación de la región de estudio .....	34
3.1.1. Caracterización de las áreas físicas y naturales de la región geográfica .....	34
3.1.2. Jerarquía poblacional y económica .....	35
3.1.3. Delimitación de las áreas de influencia o áreas de mercado .....	35
3.1.4. Ajuste de fronteras.....	36
3.2. Metodología de Flegg.....	37
3.2.1. Pasos de la estimación: .....	37
4. Resultados Empíricos y conclusiones.....	40
4.1. Región Noreste de México .....	40

4.2.	Obtención del cuadro de usos intermedios .....	42
5.	Anexos .....	46
5.1.	Script diseñado para la construcción del cuadro de usos intermedios.....	46
6.	Bibliografía .....	50

## Presentación

La presente tesis tiene como propósito fundamental estimar un cuadro de usos intermedios para la región Noreste de México a través de lenguaje y software R. Para ello, se compiló la información posible desde los censos económicos y se utilizaron índices de Flegg, como indicadores para la obtención de valores estimados de consumo intermedio. La región Noreste de México, se conforma por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas y, para su delimitación y validación se utilizaron técnicas de regionalización de la dimensión espacial de la economía (Asuad, 2016). Asimismo, es importante recalcar que la presente tesis, representa un paso previo para continuar con la línea de investigación de insumo-producto en grados superiores.

La estructuración de los capítulos es la siguiente: en el capítulo 1, se plantea el problema de investigación fundamental de la tesis, así como la hipótesis de trabajo, las preguntas y los objetivos de investigación; en el capítulo 2, se esbozan los conceptos y teorías principales como son, modelaje de insumo-producto, regionalización de tablas y el problema de la obtención de la información regional. En el capítulo 3, se esboza la metodología utilizada para la estimación, la cual contempla el uso de la metodología de Flegg ajustada al espacio para la estimación del cuadro de consumo intermedio de la región Noreste de México. Finalmente, se muestran las conclusiones del estudio y temas de reflexión.

# 1. Planteamiento del problema de investigación

## 1.1. Temas de estudio

Matriz de insumo-producto regional y técnicas de regionalización non-survey.

## 1.2. Planteamiento del Problema

A pesar de la evidencia de que el espacio juega un papel importante en el comportamiento económico (Asuad, 2013) no fue sino hasta finales del siglo pasado que algunas perspectivas teóricas comenzaron a incorporarlo de manera seria en sus análisis. De hecho, desde el siglo XX, Richardson (1978) ya había destacado la necesidad de desincorporar el supuesto de homogeneidad y ausencia del espacio en los análisis económicos, dado que no permiten considerar las diferencias económicas regionales, como la coincidencia exacta entre los sitios de producción y consumo<sup>1</sup>. Considero importante que la teoría económica regional contemplara una dimensión espacial, ya que la distribución de las actividades en el espacio, afecta el desempeño general de la economía.

De acuerdo con Asuad (2017), ya sea explícita o implícitamente, los economistas preclásicos y clásicos tuvieron presente el papel del espacio en la economía<sup>2</sup>. No obstante, en la actualidad, la noción de espacio ha sido ignorada en los análisis económicos de tal forma que los avances teóricos en el ámbito de la economía regional, han sido nutridos solamente por los supuestos clásicos de competencia perfecta y rendimientos constantes de escala (Cué & Quintana, 2009). Esto, implica considerar primordial y únicamente al mercado, omitiendo la variable espacio. Por ejemplo, a pesar de que la teoría clásica plantea la movilidad de los factores y bienes, no se incorporan los obstáculos del territorio o la concentración de las actividades económicas (Arias & Fortich, 2010).

Derivado de esta falta de atención por el espacio, y el excesivo uso de unidades políticas en los análisis regionales, la presente tesis incorpora la región Noreste de México como caso de

---

<sup>1</sup> Los enfoques tradicionales de la economía siguen prescindiendo del espacio al señalar que la concentración espacial es un fenómeno exógeno al funcionamiento del mercado y teóricamente y que la competencia perfecta tiende al equilibrio espacial en los mercados.

estudio, dado que ésta se derivó con técnicas de regionalización que contemplan la funcionalidad del espacio

Ahora bien, una herramienta ampliamente utilizada a nivel nacional y con un creciente uso a nivel regional es el modelo de insumo-producto, el cual ha sido utilizado extensivamente para caracterizar las interrelaciones sectoriales de una economía nacional. El actual interés por extender el modelo a nivel regional es metodológicamente posible dado que el crecimiento económico regional, no es solo resultado de la interacción de variables propiamente endógenas, sino también de la interacción de estas con otras regiones próximas o distantes, por lo que el modelo insumo-producto además de ser un campo fértil de investigación, puede evaluar las interrelaciones internas, y potencialmente indicar la dirección de los flujos inter e intra regionales. Desafortunadamente, a pesar de esto, uno de los problemas metodológicos más prevalentes en el análisis de insumo-regional es la obtención / estimación de datos regionales<sup>3</sup>

A nivel nacional, las tablas se suelen calcular con el método de *encuesta*, el cual consiste en recabar información directamente de establecimientos e instituciones. Teóricamente es posible hacer lo mismo a nivel regional, pero al no ser algo rutinario en las oficinas estadísticas, esta tarea se vuelve costosa para el investigador y consume demasiado tiempo. Asimismo, es imposible evitar problemas metodológicos durante el acopio y procesamiento de la información, tales como errores humanos durante el vaciado de la información o la falta de interés por parte de los encuestados.

Por lo tanto, se han desarrollado diversas técnicas estadísticas para estimar las tablas regionales que genéricamente se dividen en *Top-Down*, *Bottom-Up*<sup>4</sup> y *mixtos*. En el primero, las estimaciones toman como referencia una MIPN y a través de diversas técnicas distribuyen la información para adecuar sus valores a un contexto regional. Por su parte, las técnicas *bottom-up* contemplan la recolección de datos directamente de la región, lo cual, a pesar de

---

<sup>3</sup> Este problema es también recurrente cuando se elaboran MIPN. Sin embargo, como se verá posteriormente, para estos casos ya existe toda una infraestructura de recolección y validación de la información bajo los estándares del Sistema de Cuentas Nacionales.

<sup>4</sup> Estos conceptos representan dos opuestos teóricos. En realidad, la estimación de tablas hace uso de una combinación de ambos enfoques, en lo que se denomina *métodos híbridos*

ser la opción más adecuada para tener una imagen precisa de la heterogeneidad económica de la región, padecen del problema de la falta de información.

No obstante, a pesar de que las técnicas bottom-up permiten una mejor comprensión de la realidad económica regional, se constató en la revisión de literatura que los debates metodológicos al respecto, han girado en torno al uso y/o mejora de las técnicas top-down, particularmente los coeficientes de localización (con especial énfasis en los de Flegg) y de las técnicas de ajuste matricial como el RAS. Esto es notorio pues a pesar de que se ha destacado la necesidad de contar con metodologías que tiendan hacia un mayor uso de información regional (Miller y Blair, 2008; Lahr, 2009), no ha habido aún intentos metodológicos que apunten en esta dirección.

Por lo tanto, la presente tesis, pretende explorar el uso de una de esas populares técnicas: los coeficientes de Flegg, utilizando para ello la región Noreste de México como caso de estudio y estimando cuadro de usos intermedios considerando el software estadístico R.

Es importante recalcar que, este no es el primer intento por derivar una matriz de insumo-producto regional para la región Noreste de México. Ya Cantú, Gaytán y Hernández (2009) derivaron una matriz regional a través de los métodos de regionalización clásicos y estimaciones propias. Asimismo, otras matrices se han derivado para diversos estados de la República como Dávila (2012) quien diseñó una matriz para Jalisco, y Calicó (2000) quien estimó valores matriciales correspondientes a Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit.

### 1.3. Objetivo General

El objetivo general de esta investigación es estimar un cuadro de usos intermedios para la región Noreste de México a través del uso de índices de Flegg como indicadores

### 1.4. Objetivos particulares

1. Hacer una revisión en la literatura internacional sobre los conceptos y propuestas metodológicas utilizados en la construcción matrices de insumo-producto regionales.



2. Identificar la Región del Noreste de México desde una perspectiva funcional.
  
3. Derivar el cuadro de usos intermedios a través del diseño de un script en R dedicado a ello.

### 1.5.Preguntas de investigación

¿Qué conceptos y propuestas metodológicas para la construcción de MIPR existen en la literatura?

¿Qué resultados empíricos se obtienen con la aplicación de los índices de Flegg para la derivación de un cuadro de usos intermedios?

### 1.6.Hipótesis de la investigación

La hipótesis de trabajo es que la metodología de Flegg ajustada al espacio permite la construcción consistente de un cuadro de usos intermedios para la Región Noreste de Mexico a través del lenguaje de programación R.

## 2. Marco teórico y empírico

El modelo insumo-producto es una herramienta ampliamente utilizada para analizar las interrelaciones sectoriales de una economía. En este capítulo, se hace una revisión de los principales conceptos sobre modelización de insumo-producto a nivel nacional y regional; conceptos relacionados como cuadros de oferta y utilización, sistema de cuentas nacionales y regionales, así como las metodologías utilizadas en estos campos.

### 2.1. Fundamentos teóricos de insumo-producto

Desde el siglo XX, el modelo insumo-producto ha sido una herramienta de análisis muy utilizada. Es un marco analítico desarrollado por Wassily Leontief (1941) en los años 30 del siglo pasado, razón por la cual obtuvo el premio Nobel de Economía en 1973. También denominado como análisis interindustrial, su propósito principal es analizar la interdependencia de las industrias en una economía (Miller & Blair, 2009). El enfoque puede ser visto como un modelo de análisis muy amplio, pero también menos complejo que uno econométrico (Hewings & Jansen, 2010). Esta flexibilidad para facilitar la comprensión de una economía, es lo que hace del modelo insumo-producto, una metodología muy popular.

Sin embargo, es de destacar que el interés por analizar las interacciones económicas entre actores económicos no está confinado al siglo XX. En la literatura, se considera que los trabajos de Quesnay (1758) y Walras (1877)<sup>5</sup> respectivamente, fueron la base metodológica sobre la cual Leontief desarrolló los fundamentos principales que devinieron en el modelo insumo-producto tal y como lo conocemos hoy en día. No obstante, Cantillon (antes que el

---

<sup>5</sup> La contribución teórica de Quesnay fue la creación del instrumento analítico conocido como *tableau economique*, mientras que Walras, destaca por representar matemáticamente las interdependencias de un sistema económico bajo la hipótesis de existencia de un equilibrio general de los mercados (Tarancón, 2003)

mismo Quesnay) ya mostraba interés por la determinación de los precios relativos de los factores y bienes, así como la distribución del ingreso y empleo (Hewings & Jensen, 2010). Hoy en día, la creciente popularidad del modelo ha incentivado el diseño de extensiones metodológicas para analizar temas específicos como el medio ambiente y el uso de energía (Szabó, 2015). Asimismo, la formulación matemática del modelo, al estar basada en expresiones algebraicas y matriciales, facilita su manipulación y utilización.

Las tablas de insumo-producto, se definen como un conjunto integrado de matrices que muestran el equilibrio entre la oferta y la utilización de bienes y servicios, cuyo fin es observar sus procesos de producción y utilización, si son importados o domésticos y cuál es el ingreso generado por dicha producción (CEPAL, 2005). Matemáticamente, el sistema de insumo-producto consiste en un conjunto de  $n$  ecuaciones lineales con  $n$  incógnitas, que puede ser formulado con estructuras matriciales (Miller y Blair, 2009).

Asumiendo que una economía puede dividirse en  $n$  sectores<sup>6</sup>, los renglones de la matriz de transacciones intersectoriales pueden denotarse genéricamente como:

$$x_i = x_{i1} + \dots + x_{i2} + \dots + x_{in} + Y_i = \sum_{j=1}^k x_{ij} + Y_i$$

En donde:

$x_i$  = Producción total del sector  $i$

$x_{ij}$  = Ventas inter-industriales del sector  $i$  a todos los sectores  $j$ , incluido a sí mismo.

$Y_i$  = Demanda final del sector  $i$

Este vector representa la distribución de la producción del sector  $i$ , entre la demanda intermedia y la demanda final en una economía determinada. De acuerdo con Szabó (2015) esto representa el hecho de que la oferta de bienes y servicios no solo es usada por otras

---

<sup>6</sup> Es importante recalcar que el número de sectores considerados no es una decisión estandarizada y por lo tanto corresponde a cada país o región decidirlo. Por ejemplo, en América del Norte, se utiliza el sistema de clasificación industrial de América del Norte (SCIAN).

industrias para su propia producción (demanda intermedia) sino que también se destinan al consumo de usuarios finales (demanda final).

La demanda final se descompone en consumo de los hogares, consumo de gobierno, inversión y exportaciones, lo cual se denota de la siguiente manera:

$$Y_i = C + G + I + X$$

Donde:

$Y_i$  = Demanda final

$C$  = Consumo de los hogares

$G$  = Consumo de gobierno

$I$  = Inversión

$X$  = Exportaciones

Por lo que el vector de la producción del sector  $i$  puede quedar de la siguiente manera:

$$x_i = x_{i1} + \dots + x_{i1} + \dots + x_{in} + C + G + I + X$$

Por otra parte, las columnas de la matriz de transacciones intersectoriales indican las compras que realiza cada sector para su propia producción, las cuales no solo son bienes o servicios locales, sino también importaciones, así como valor agregado.

$$x_j = x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{nj} + M_{1j} \dots M_{nj} + VAB_j$$

En donde:

$x_j$  = Producción total del sector  $j$

$x_{ij}$  = El valor de la producción que el sector  $j$  compra al sector  $i$  (o a la inversa: lo que el sector  $i$  le vende a este)

$M_{ij}$  = El valor de las importaciones de los insumos intermedios de i, comprados por j

El último componente, denominado valor agregado bruto (VAB), representa aquellos insumos requeridos por el sector j que no son suministrados por otros sectores industriales.

De manera sucinta, estos componentes son:

$S_j$  = Salarios y remuneraciones pagados por el sector j

$B_j$  = Beneficios y excedentes de explotación del sector j

$A_j$  = Amortizaciones y consumo de capital fijo del sector j

$T_j$  = Impuestos pagados por el sector j

$SB_j$  = *Subsidios y subvenciones recibidos por el sector j*

Por lo tanto, el vector de las columnas se puede representar como:

$$x_j = x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{nj} + M_{1j} \dots + M_{nj} + S_j + B_j + A_j + (T_j - SB_j)$$

### 2.1.1. La inversa de Leontief

Para la definición de la matriz inversa de Leontief, se parte de la relación básica contable en la tabla insumo-producto – suma por filas de la tabla- (Tarancón, 2003). Para esto, se parte del supuesto de que en el enfoque insumo-producto, el flujo monetario de bienes y servicios del sector i demandados por la industria j, depende enteramente de la demanda de j, por lo que es posible establecer una relación fija entre el nivel de producción de j y el insumo i, lo cual se representa con el coeficiente técnico fijo:

$$a_{ij} = \frac{x_j}{z_{ij}}$$

Es de notar que cada elemento de la tabla intersectorial contiene un coeficiente técnico fijo, por lo que es posible generar una matriz A, la cual representa la estructura de compras de una

rama de actividad o industria. Es posible también concluir que la columna  $j$ -ésima describe una función de producción de la rama  $j$ .

$$x_1 = a_{11}x_1 + \dots + a_{1i}x_i + \dots a_{1n}x_n + f_1$$

$$x_i = a_{i1}x_1 + \dots + a_{ii}x_i + \dots a_{in}x_n + f_i$$

$$x_n = a_{n1}x_1 + \dots + a_{ni}x_i + \dots a_{nn}x_n + f_n$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} & a_{23} \end{pmatrix}$$

Lo que, en su forma matricial compacta, se representa como:

$$x = Ax + f$$

Donde:

$f$  = Demanda final

$A$  = Matriz de coeficientes técnicos

Finalmente, despejando y reacomodando, obtenemos la inversa de Leontief:

$$x - Ax = f$$

$$(I - A)x = f$$

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

Los elementos contenidos en  $(I - A)^{-1}$  cuantifican los requerimientos directos e indirectos de producción necesarios para satisfacer un incremento en la demanda final<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> De acuerdo con Sargento, existe una hipótesis de proporcionalidad en la anterior ecuación: asume que cualquier cambio en el vector de la producción, está en proporción constante con el cambio en el vector de demanda final dado por  $(I - A)^{-1}$

## 2.2. Modelos de insumo-producto regionales

Dado el creciente interés en temas económicos regionales, el modelo insumo-producto se ha ajustado a unidades subnacionales más acotadas con el fin de capturar sus características económicas (Sargento, 2009). Por tanto, son básicamente una extensión directa del modelo nacional en el sentido de que cumplen el mismo objetivo de representar las interrelaciones sectoriales de una economía, así como identificar el origen y destino geográfico de los flujos comerciales<sup>8</sup> (Fuentes y Brugués, 1998). De acuerdo con Miller y Blair (2008) la modelización de MIPR requiere dos consideraciones: Por un lado, la estructura productiva regional (representado por los coeficientes tecnológicos) puede ser igual o no, a la nacional. Es decir, el mix tecnológico de un país, no será necesariamente idéntico a sus unidades subnacionales<sup>9</sup> Por otro lado, entre más pequeña sea la región de estudio, más grande será su dependencia del comercio exterior y esto se ve reflejado esto en menores coeficientes intrarregionales, debido a la mayor importancia de los componentes del comercio exterior. Miller y Blair (2009) ilustran este último punto al decir que “para exagerar, una economía mundial no tendría comercio exterior y todas las compras y ventas serían internas a la “región”, mientras que una ciudad dependerá muchísimo de importaciones y exportaciones”.

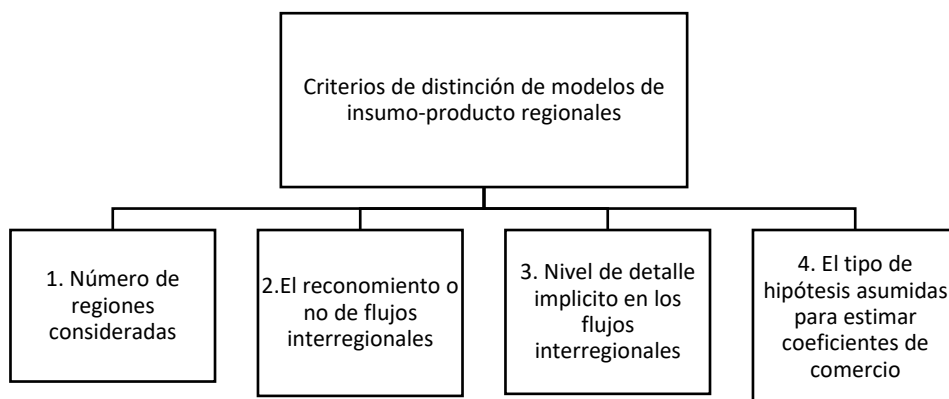
Asimismo, Sargento (2009) indica que las MIPR permiten describir la tecnología implícita en los procesos de producción regionales, las inter dependencias entre las industrias al interior de la región, los patrones de consumo regionales y los vínculos que existen entre la región de estudio y el resto del mundo. De hecho, una de las características más interesantes de estos modelos regionales, es que al igual que los modelos nacionales, también permiten evaluar impactos generados por diversos fenómenos económicos o por políticas de desarrollo locales. Este mismo autor considera cuatro criterios para identificar los modelos de I-P regionales: 1) El número de regiones tomadas en cuenta: uni-regional o multirregional; 2) El reconocimiento o no de vínculos interregionales; 3) El nivel de detalle en los flujos de

---

<sup>8</sup> Como se verá más adelante, la caracterización de los flujos de origen y destino son la característica esencial de los modelos de más de una región. Son asimismo, el principal reto metodológico de estos.

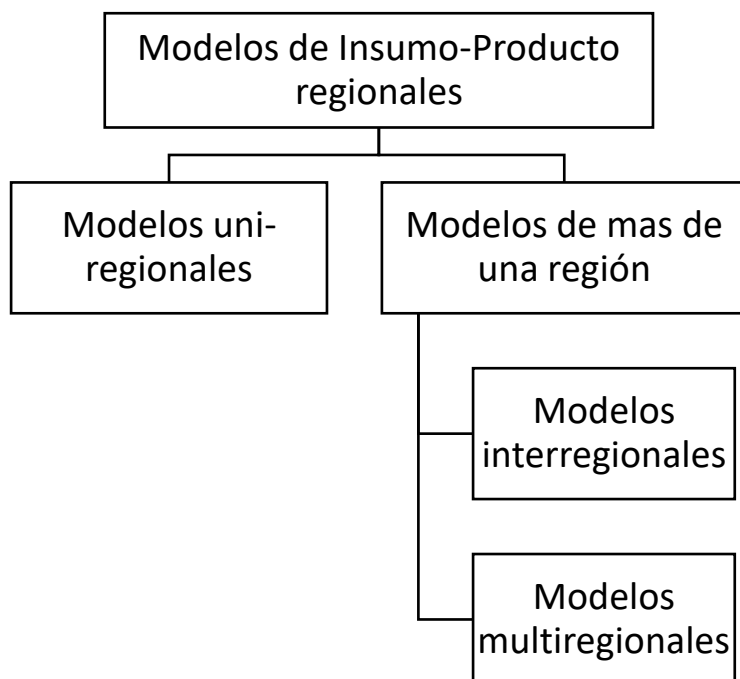
<sup>9</sup> Por ejemplo, en el caso de México, cementeras de Monterrey y Puebla probablemente tengan estructuras productivas similares, pero a un nivel más detallado, se observa que, a diferencia de Puebla, en Nuevo León existe una industria acerera.

comercio interregionales y 4) Los tipos de hipótesis asumidos para estimar los coeficientes de comercio. De estos, los criterios 3 y 4 son exclusivos de los modelos de más de una región:



Fuente: elaboración propia

Adicional a los criterios de Sargento, Miller y Blair (2008) por su parte, sintetizan la variedad de modelos regionales en modelos uni-regionales, y modelos de más de una región, tal como se observa en el siguiente diagrama:





Fuente: elaboración propia

A continuación, se describen las características principales de cada una de las variantes ya introducidas

### 2.2.1. Modelo uni-regional

Estos modelos consideran a la región como una entidad sin comercio interregional pero abiertas al resto del mundo de forma similar al modelo nacional (Asuad, 2017) por lo que la estructuración matemática de este modelo nacional, es emulada a nivel regional, pero con ciertos cambios en la notación: se agrega un super índice r en las variables, para denotar que se trata de datos regionales. Es de notar que, en función de la incorporación o no del componente importado como un vector independiente, este modelo se divide en dos tipos: 1) Modelo uni-regional de usos totales y 2) modelo intrarregional (Sargento,2009).

Por lo tanto, haciendo un símil con el modelo de insumo-producto nacional, el objetivo de los modelos uní-regionales, además de representar las interrelaciones sectoriales de una economía regional, tal y como se hace a nivel nacional tal y como se hace a nivel nacional, +es evaluar el impacto en la producción regional, a partir de cambios en la demanda final. La estructuración matemática de los coeficientes regionales se da como sigue:

$$a_{ij}^r = \frac{z_{ij}^r}{x_j^r}$$

$x_i^r$  representa la cantidad i, disponible en la región r;  $y_i^r$  es la demanda final regional del producto i (incluyendo los importados) y  $z_{ij}^r$  denota-n la cantidad de insumos i requeridos en la producción de j, en la región r. En consecuencia, los coeficientes técnicos regionales, que indican los insumos i necesarios para producir una unidad monetaria de producción j en la región r, se representan por:

$$a_{ij}^r = \frac{z_{ij}^r}{x_j^r}$$

Siguiendo las mismas operaciones matriciales del modelo nacional, se determina la inversa de Leontief que mide los impactos regionales provocados por cambios en la demanda regional:

$$x^r = (I - A^r)^{-1} * y^r$$

$$\Delta x^r = (I - A^r)^{-1} * \Delta y^r$$

Este modelo, a pesar de ser relevante, es simplista dado que, en la práctica, los impactos generados por incrementos en la demanda final de una región, no solo tienen efectos al interior de esta, sino que se también se reflejan en otras regiones. Esto nos deriva hacia los modelos de más de una región.

### 2.3. Técnicas de regionalización y el problema de la obtención de información

Sin duda, la obtención de información es fundamental para la correcta estimación de MIPR. Sin embargo, es al mismo tiempo uno de los principales retos para el investigador<sup>10</sup>, principalmente porque la información proveída por organismos oficiales, es generalmente “menos que perfecta” (Sargento, 2009). De hecho, a pesar de que, a nivel nacional, generalmente los gobiernos proveen de tablas de insumo-producto bajo las reglas estandarizadas del SCN, no sucede lo mismo en el caso regional lo que obliga a que los modelos y sus técnicas de estimación, deban compatibilizarse con la calidad de los datos existentes, o que se estime/genere la información faltante. No obstante, incluso en este último caso, se requiere considerar algunos supuestos y la existencia de una cantidad mínima de información real, particularmente para la estimación de flujos interregionales.

Las diversas técnicas de estimación, se clasifican en función del grado de incorporación de información directa: 1) Survey, 2) Non-survey e Híbridas (Sargento, 2009) Las técnicas survey, implican el uso de encuestas directas a empresas, consumidores e instituciones públicas para que provean información sobre sus ventas y compras tanto intra como inter regionales. Teóricamente, la información surgida de estas encuestas es la más precisa ya que permite obtener una imagen fiel de las características espaciales, la tecnología y el uso de

---

<sup>10</sup> El reto es mayor para la estimación de los flujos de comercio inter-regionales e intra regionales.

insumos en una región. No obstante, en la práctica, los métodos survey, además de ser costosos pueden conllevar otros problemas como errores en la definición de la muestra, mal diseño de los cuestionarios<sup>11</sup>, o problemas con el ensamblaje y procesamiento de los datos lo cual es crucial y cualquier error podría distorsionar los resultados finales. Asimismo, el balanceo de los datos puede no converger debido a que las mismas empresas podrían no presentar datos balanceados o no darle la suficiente importancia a dicho requerimiento (Jensen, 1980). Finalmente, la no coincidencia de los datos dificulta evaluar la confiabilidad de los mismos (Jensen, 1990).

Por su parte, las técnicas non-survey<sup>12</sup> o top-down<sup>13</sup> se definen como un conjunto de procedimientos cuyo objetivo es llenar los componentes de una tabla regional, tomando como base los valores de una matriz nacional como punto de partida (Jensen, 1990). A estos, se les aplican diversos indicadores regionales para su regionalización. Sin embargo, a pesar de que estas técnicas compensan las desventajas de las técnicas survey, también padecen de algunas inconvenientes, los cuales han sido objeto de debate entre diversos expertos. De acuerdo con Sargento (2009), los principales debates sobre la precisión de los métodos non-survey, gira en torno a las siguientes cuestiones: el supuesto de la tecnología nacional, comercio externo y la composición de la industria regional.

En este capítulo se han indicado los opuestos teóricos de las técnicas de estimación de MIPR. No obstante, como ya se mencionó con anterioridad, en la práctica es complicado encontrar tablas puramente survey o non-survey: Los métodos survey puros, a pesar de ser los más precisos, son los más costosos de llevar a cabo; por otra parte, técnicas puramente non-survey son muy imprecisas (Dewhurst, 1990). De ahí que, la mayor parte del modelaje de insumo-producto regional se base en técnicas que genéricamente se conocen como técnicas híbridas (Lahr, 1998). Round (1983) detalla muy bien esta cuestión al decir que “Los términos non-survey y survey sugieren la existencia de dos grupos bien definidos y mutuamente exclusivos,

---

<sup>11</sup> Muchas veces, la falta de capacidad para responder por parte de los encuestados puede deberse al nivel tan detallado de las preguntas, lo cual es requisito para una compilación adecuada de las tablas de I-P (Sargento, 2009)

<sup>12</sup> Estas técnicas no son homogéneas y se refieren un vasto conjunto de técnicas que pueden categorizarse como non-survey.

<sup>13</sup> Top-down, hace alusión a que la información de una MIPN, sirve como base para “bajar” la información a un nivel regional.

pero en la práctica, virtualmente todas las tablas de insumo-producto son tablas híbridas...”<sup>14</sup>. Al combinar ambos enfoques se aprovechan sus respectivas ventajas y se matizan sus inconvenientes. Pueden considerarse como la mezcla entre un modelo non-survey y datos survey, estimaciones de expertos, e información de otras bases de datos; es mucho menos demandante en recursos, y preserva la credibilidad de los resultados.

### 2.3.1. Principales técnicas non-survey: Coeficientes de localización

Los coeficientes de localización son el método estándar de regionalización de los coeficientes nacionales (Fuentes & Brugués, 2012). La idea central de estas herramientas, es determinar si el empleo o la producción de un sector está más o menos concentrada en la región, con respecto al valor nacional. A continuación, se presenta la formulación de las principales variantes de estos coeficientes:

#### 2.3.1.1. Coeficiente de localización simple

Este coeficiente compara la participación porcentual de una determinada industria en una región con respecto a la misma industria, pero a escala nacional:

$$CLS_i^r = \frac{X_i^r / X^r}{X_i^n / X^n}$$

Donde  $X_i^r$  = producción regional de la industria i;  $X^r$  = producción total regional;  $X_i^n$  = producción nacional de la industria i y  $X^n$  = Producción total nacional.

Si  $CLS_i^r > 1$ , quiere decir que la participación porcentual de la industria en la región es superior que, a nivel nacional, por lo que puede asumirse que esa industria tiene mayores posibilidades de exportar al tiempo que satisface los requerimientos regionales. En este caso, al no ser necesarias las importaciones, el coeficiente regional será igual al nacional:

$$r_{ij} = a_{ij}$$

Por otro lado, si  $CLS_i^r < 1$ , indica el caso contrario, por lo que la producción de la industria i no satisface sus requerimientos localmente y, por ende, es más probable que el producto i sea importado. En este caso, la matriz de coeficientes regionales se calcula multiplicando los coeficientes nacionales por el coeficiente de localización correspondiente a esa industria i:

$$r_{ij} = a_{ij} * CLS_i^r$$

Como se puede observar, la estimación de los CLS es sencilla. No obstante, uno de sus principales problemas es que suelen sobre estimar la producción total regional por lo que se han propuesto diversas modificaciones las cuales son descritas a continuación:

### 2.3.1.2. Coeficiente de localización solo compradores

Tiebout (1967) propuso esta modificación en la que solo se considera en el total, a las industrias compradoras del insumo i:

$$CLS_i^r = \frac{X_i^r / X^{*r}}{X_i^n / X^{*n}}$$

En donde  $X^{*r}$  y  $X^{*n}$  representan la producción regional y nacional solo de aquellos sectores industriales que utilizan el insumo i

### 2.3.1.3. Coeficiente de localización interindustrial

Este coeficiente compara la proporción de la producción nacional de la industria vendedora regional i con la producción nacional de la industria compradora j:

$$CLI_{ij}^r = \frac{X_i^r / X_i^n}{X_j^r / X_j^n}$$

Si  $CLI_{ij}^r > 1$ , los requerimientos del insumo i por parte de la industria j, pueden ser satisfechos localmente. En caso contrario, si  $CLI_{ij}^r < 1$ , estos insumos tendrán que ser importados.

### 2.3.1.4. El caso del Coeficiente de Localización de Flegg

Flegg, Webber and Elliot (1995) indicaron que el uso de los coeficientes de localización tradicionales para estimar coeficientes regionales a partir de datos nacionales, llevan a una sobreestimación de los multiplicadores regionales, ya que omiten el tamaño relativo de las ventas y compras regionales, y por agregación de datos inadecuada. Por lo tanto, tomando como caso de estudio el condado de Avon, Reino Unido, propusieron un conjunto de mejoras a los coeficientes de localización.

El coeficiente de localización de Flegg, incorpora el tamaño económico de las regiones con respecto al tamaño nacional. La representación básica de este coeficiente se representa por:

$$FLQ_{ij} = CILQ_{ij} * \lambda_r^\partial * a_{ij}$$

Donde:

$\lambda_r^\partial$  = Algoritmo que considera el tamaño económico relativo de una subregión

$$\lambda_r^\partial = \log_2(1 + CRES_{ij})^\partial$$

$a_{ij}$  = Coeficiente Técnico Nacional

$CILQ_{ij}$  = Coeficiente de Localización Cruzado

Su interpretación se da como sigue:

Si  $FLQ \geq 1 \therefore t_{ij} = 1$

Si  $FLQ < 1 \therefore t_{ij} = FLQ$

El algoritmo que calcula el tamaño económico regional, se estima considerando la proporción de la producción total regional  $E_t^r$  con respecto a la producción total  $E_t^n$ , y se pondera por el factor logarítmico  $\log_2$ :

$$\lambda_r^\partial = \log_2(1 + CRES_{ij})^\partial$$

Donde:

$$CRES_{ij} = \frac{E_t^r}{E_t^n}$$

La metodología de Flegg fue criticada por Brand (1997) quien afirmó que el FLQ tiene una base teórica débil y poco “pedigree intelectual”. Consideró que ofrecía poco para curar las deficiencias fundamentales en el ámbito y que los fondos de investigación deberían ser mejor empleados en intentar mejorar metodologías a base de encuesta. En respuesta, Flegg et al (1997) hicieron una reformulación y crearon el RFLQ, el cual mejora la medición del tamaño económico relativo de la región y evita la sobreestimación de los multiplicadores regionales y la subestimación de las importaciones regionales. Estas mejoras se ven reflejadas en la sustitución del CLC por un coeficiente de localización simple (CLS) y en mejoras a la estimación del algoritmo  $\lambda$ .

$$RFLQ_{ij} = SLQ_{ij} * \lambda_r^{\partial} * a_{ij}$$

### 2.3.2. Métodos de ajuste matricial: El método RAS

Dentro de las técnicas non-survey, existe una vasta familia denominada “métodos de ajuste matricial”, que genéricamente se utilizan para rellenar los valores de una matriz con base en los valores totales de las columnas y renglones de otra – considerada como un buen indicador para aquella-, pero con la consideración de ciertas restricciones (Harrigan, 1990). Es importante notar que estas estimaciones se dan en dos vertientes: por un lado, es posible estimar valores matriciales “a través del tiempo” (Miller y Blair, 1985), esto es, actualizar los coeficientes técnicos de una MIP para que refleje valores más recientes; y por otro, cuando se pretende calcular valores regionales usando una MIPN de referencia, se hacen estimaciones “a través del espacio”.

La selección existente de algoritmos para ajustar matrices es extensa, por lo que esta investigación, se hará énfasis en el método RAS, el cual, es por mucho, una de las herramientas más utilizadas no solo para actualizar/estimar tablas (Jiang, Dietzenbacher & Los, 2017) sino también para la construcción de Cuentas Nacionales (Sargento, 2009) o para la estimación de datos faltantes sobre flujos de transporte, migración, comercio, etc (Lahr & de Mesnard, 2004; Jackson & Murray, 2004) dada su simplicidad y los requerimientos mínimos de datos. En esencia, consiste en reconciliación de datos de la mejor manera posible

para conseguir la consistencia entre los datos no negativos de una matriz con los totales predefinidos de columnas y renglones (European Commission, 1996). Previo a la formulación matemática, es necesario explicar de manera general el método RAS

Matemáticamente, el RAS es un método de escalamiento iterativo en donde una matriz con valores no-negativos se ajusta hasta que las sumatorias en las columnas y en los renglones iguale un total predefinido. Esencialmente consiste en multiplicar cada entrada de columna o renglón por un factor que se elige de tal forma que la suma de todas las entradas sea igual al total objetivo. Empezando con los renglones, la matriz resultante se vuelve consistente con la sumatoria de los renglones. Posteriormente se hace el mismo procedimiento con las columnas y, dado que las restricciones de lado de los renglones son alteradas, se comienza de nuevo el proceso hasta que el algoritmo genere una matriz acorde con los vectores objetivo (European Commission, 1996).

### 2.3.3. Medidas de precisión de las tablas estimadas

Sin importar que técnica se haya utilizado para la estimación de las tablas, es importante medir su grado de precisión. Sargento (2009) considera que una vez que se llega a esta etapa en la construcción de tablas regionales, es importante plantear las siguientes preguntas:

1. ¿Existe algún estándar de referencia para comparar las tablas estimadas?
2. ¿Cómo se define el concepto de “precisión”?
3. En términos operativos, ¿Qué medidas cuantitativas deben usarse para el proceso de comparación?

La primera pregunta tiene una gran importancia en términos metodológicos, especialmente cuando se trata de la estimación de tablas regionales, ya que generalmente no existe otra tabla para la misma región para fines de comparación. Y si existiese, surgiría la cuestión de que tan confiable sea esta tabla<sup>15</sup> para ser utilizada como benchmark<sup>16</sup>. De hecho, es probable

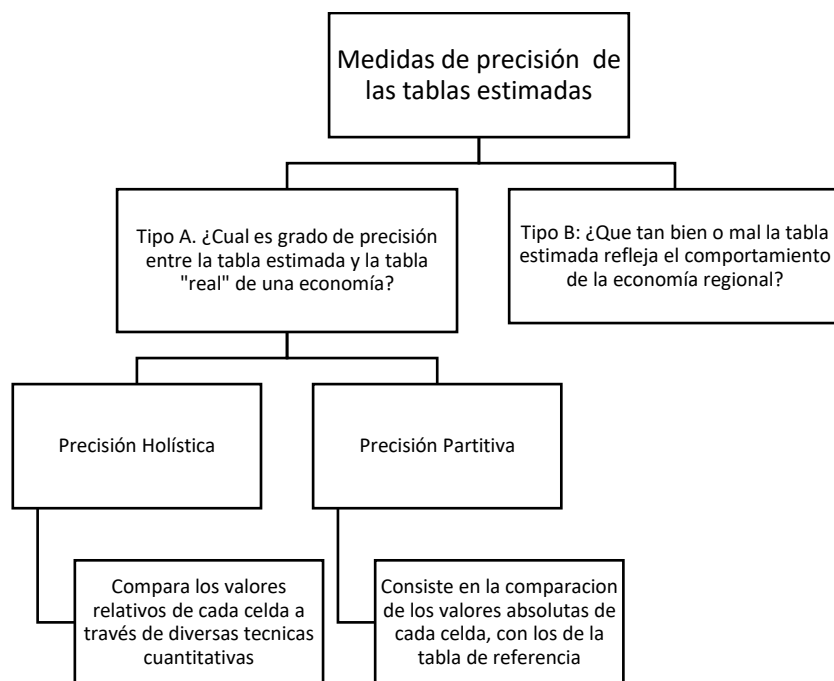
---

<sup>15</sup> Como ya se explicó anteriormente, el diseño de una tabla de insumo-producto perfecta es una abstracción teórica debido a los problemas metodológicos que conlleva el levantamiento de información bajo el método survey.



que la tabla de insumo-producto real de una economía, no pueda ser conocida jamás (Sargento, 2009). Por otro lado, la definición de “precisión” dentro del contexto de insumo-producto fue clarificada por Jensen (1980) al dividirla en “precisión tipo A” y “precisión tipo B”. La primera alude al grado de precisión con la que una tabla estimada representa una “tabla real” de la economía, mientras que la segunda refleja que tan bien o mal se está representando el desempeño de la economía regional. Desafortunadamente, la información requerida para realizar análisis del tipo B es difícil de obtener en la práctica por lo que se suele utilizar la otra alternativa.

Por su parte, el tipo A se subdivide en precisión partitiva y en holística. En el primer caso, el análisis de precisión se hace celda por celda con el fin de ver que tanto se aproximan estos valores absolutos a los de la tabla de referencia. Sin embargo, no es factible usarlo cuando se trata de tablas regionales debido al problema de la disponibilidad de los datos regionales y al hecho de que no todas las celdas son relevantes para la integridad de la tabla (Jensen, 1980). Por tanto, la precisión holística, que considera valores relativos por celda, es el método utilizado en la práctica ya que, bajo este enfoque, la importancia es que la tabla en general sea significativa y no cada una de las celdas (Sargento,2009)



Fuente: elaboración propia

Finalmente, existe una gran variedad de medidas para evaluar cuantitativamente la precisión de las tablas estimadas <sup>17</sup>. A continuación, se describen seis de las más utilizadas:

Diferencia absoluta de medias (MAD)<sup>18</sup>

$$MAD = \frac{\sum_i \sum_j |a_{ij} - a^*_{ij}|}{n^2}$$

Esta medida, como su nombre lo indica, representa la diferencia absoluta del promedio entre los coeficientes estimados y los reales. No obstante, Lahr (1998) indica dos desventajas de esta medida. Por un lado, no mide las diferencias por valor, de tal forma que los errores encontrados en celdas con mayor valor, tienen la misma influencia que errores en celdas menos importantes; y por otro, no provee una medición de las diferencias relativas entre dos tablas.

Porcentaje de error total estandarizado (STPE)

$$STPE = 100 \frac{\sum_i \sum_j |a_{ij} - a^*_{ij}|}{\sum_i \sum_j a_{ij}}$$

Esta medida solventa la segunda desventaja de MAD ya que la formula considera las diferencias relativas entre la celda estimada y la de referencia. Sin embargo, esta característica hace que tampoco puede ser una medida “excepcionalmente sensible a celdas de elevado valor” (Lahr, 1998)

Error al cuadrado del promedio de las raíces (RMSE)

$$RMSE = \left[ \frac{\sum_i \sum_j (a_{ij} - a^*_{ij})^2}{n^2} \right]^{0.5}$$

---

<sup>17</sup> Asuad (2018) realiza una revisión de literatura comprensiva sobre las diferentes medidas de precisión en función del tipo de tablas estimadas

<sup>18</sup> El acrónimo hace referencia al nombre en la versión original en inglés.

En este caso, de manera simple y sucinta se comparan las matrices utilizando la media de los errores al cuadrado. Sin embargo, al igual que MAD, no refleja la importancia relativa de las diferencias entre las matrices.

Como se puede observar, las medidas anteriores padecen de ciertos problemas que hacen que su aplicación muchas veces sea metodológicamente problemática. Por esto, las siguientes dos medidas se han diseñado para resolver los problemas anteriores

Por otra parte, como ya es evidente a estas alturas, Jensen (1980) establece que un modelo de insumo-producto que verifica su precisión bajo la técnica holística, está mejor equipado para ilustrar los elementos más importantes de la economía bajo estudio.

#### 2.4. Análisis de Impacto: Proyección de la demanda final

Uno de los usos más extendidos del modelo insumo-producto son el análisis para proyectar el comportamiento de los componentes de la demanda final, de acuerdo con diversos escenarios. El objetivo es obtener como resultado un nuevo vector de producciones brutas para cada escenario propuesto (CEPAL, 2001) De acuerdo con Brugués (2002), en la literatura especializada, los análisis se conocen como multiplicadores, mientras que, en términos comunes, se les denomina análisis de impacto. En general, al analizar la expresión matemática del modelo de Leontief, se observa que tiene características similares al multiplicador keynesiano:

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

$$y \equiv B * y$$

Esto es coherente dado que la formulación de insumo-producto asume que la producción total no solo satisface la demanda final, sino que también las de los demás sectores productivos (CEPAL, 2001). De ahí que, la inversa de Leontief sea utilizada para las proyecciones de demanda final.

El procedimiento matemático implica desagregar cada componente de la demanda final y proyectar las tasas de variación y ponderarlas en el total en términos de su participación en

la demanda final (Venegas, J. 1994). Como ya se indicó, el vector de demanda final tiene los siguientes componentes:

$$Y = C_i + G_i + I_i + Z_i + E_i \quad (1 \leq i \leq n)$$

Para cada uno de estos, se calculan los ponderadores  $w$ :

$$1 = \frac{C_i}{Y_i} + \frac{G_i}{Y_i} + \frac{I_i}{Y_i} + \frac{Z_i}{Y_i} + \frac{E_i}{Y_i} = w_i^C + w_i^G + w_i^I + w_i^Z + w_i^E \quad (1 \leq i \leq n)$$

### 2.4.1. Multiplicadores y encadenamientos

La interdependencia entre los sectores implica que los incrementos en la demanda final, necesariamente afectarán la producción de insumos en todo el aparato productivo, incluyendo el sector originalmente afectado. Partiendo de esta explicación, es posible determinar cuáles son los sectores de mayor significancia en dichas interdependencias, el cual es un razonamiento denominado análisis de encadenamientos o eslabonamientos sectoriales y que ha sido ampliamente utilizado en la literatura (Rasmussen, 1963; Hirschman, 1961; Chenery & Watanabe, 1958) para analizar los efectos de los cambios en la demanda en aquellos sectores que pudieran ser relevantes para la economía (CEPAL, 2001). Existen dos tipos de encadenamientos:

- 1) Encadenamientos Backward (hacia atrás): Miden la capacidad de un sector por “arrastrar” a otros ligados a él, a través de la demanda de bienes intermedios y el estímulo a las actividades.
- 2) Encadenamientos Forward (hacia adelante): Estos suceden cuando un sector ofrece un bien o servicio que resulta ser el insumo de otro sector, el cual a su vez funge como estímulo para otro sector.

Sin embargo, es importante destacar que el nivel de impacto calculado por estos multiplicadores depende tanto del valor de estos, como de la magnitud de los estímulos externos (CEPAL, 2007)

A pesar de que el cálculo de los encadenamientos puede realizarse rápidamente en un programa computacional, es importante entender su formulación matemática original. Los multiplicadores directos de Chenery y Watanabe cuantifican el impacto directo de una rama sobre la economía al seleccionar aquellas actividades cuyos efectos sean superiores a la media:

Encadenamientos Backward:

$$DBL_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{x_j} = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

Encadenamientos Forward:

$$DFL_j = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{x_i} = \sum_{i=1}^n d_{ij}$$

En función de los valores obtenidos, Chenery y Watanabe (1958) han clasificado los resultados de la siguiente manera:

## 2.5. La dimensión espacial de la economía

Los hechos sociales están ubicados (Logan, 2012), por lo que es imposible prescindir del espacio, ya que los hechos económicos no solo ocurren en el tiempo, sino también en el espacio (Garduño, 2016). Analizar los procesos sociales requiere, por tanto, comprender los procesos espaciales. Sin embargo, el espacio no se ha tratado adecuadamente, lo que se observa en la exclusiva inclusión del factor temporal en las políticas económicas. En otras palabras, el problema económico ha sido restringido al que, cómo y cuánto se produce, pero se ha dejado de lado el dónde se produce (Cué & Quintana, 2009). De ahí que sea necesario incorporar el espacio en los análisis sociales y económicos.

A pesar de que el crecimiento económico a nivel nacional e internacional no es homogéneo y tienden a aglomerarse en torno a centros de alta densidad demográfica y económica, el análisis económico-espacial presenta una serie de retos y limitaciones teóricas y metodológicas para identificar y delimitar correctamente regiones (Asuad, 2016). Por ejemplo, Richardson (1978) consideraba que no existen metodologías satisfactorias para delimitar regiones; es tal el problema que muchos economistas regionales prefieren eludir la tarea y conformarse con regiones administrativas

Históricamente, la definición de espacio ha evolucionado a lo largo del tiempo y ha sido tratado por disciplinas fuera del ámbito económico, particularmente la filosofía y las matemáticas. De manera genérica, el concepto de espacio se explica a través de sus dos variantes (Asuad, 2016; Panreiter, 2017). Por una parte, el espacio absoluto es la concepción clásica y más intuitiva, en donde se considera que éste existe de forma objetiva e independiente de los procesos sociales que se desenvuelvan en él. Nació de los avances matemáticos y filosóficos del siglo XVI: las leyes del movimiento y la materia de Newton, la invención del sistema de coordenadas de Descartes y los pensamientos de filósofos como Kant quien consideró que cualquier punto en el planeta, tenía un lugar fijo e inamovible, independientemente de cualquier otro fenómeno (REFERENCIA LIBRO) (Asuad, 2017). Por otra parte, el espacio relativo, es la contraparte de la definición anterior y se refiere a que los procesos sociales y sus relaciones, caracterizan el comportamiento del espacio, por lo que ya no es un “contenedor” inerte. El uso el adjetivo “relativo” enfatiza la noción de un carácter cambiante y dinámico, como resultado de las fuerzas que interactúan sobre el espacio (Asuad,2017). De ahí que el espacio relativo esté vinculado al carácter dinámico de la estructura espacial de la economía ya que ayuda a comprender la interacción entre las fuerzas económicas. Asuad (2017)

Considerando la falta actualmente de un enfoque capaz de abordar el tema de la concentración económica y de la formación de áreas económicas, el enfoque utilizado aquí, parte de la de la delimitación de unidades espaciales. Para ello, se incorpora la concepción de espacio económico bajo el enfoque teórico y metodológico<sup>19</sup> de la concentración

---

<sup>19</sup> Asuad, *Evolución y tendencias de la concentración y dispersión espacial de la actividad económica y la población en la Región Megalopolitana*, 2007, pp.5

económica bajo la perspectiva de la dimensión espacial de la economía<sup>20</sup>. Este, establece que la concentración económica en el espacio promueve la creación natural de unidades espaciales económicas que condicionan el comportamiento económico espacial de la economía. A estas, se les ha denominado regiones económicas funcionales y se basan en una funcionalidad económica de centro-periferia. Asimismo, estas regiones, al ser delimitadas en el espacio nacional, se les denomina como regiones geoeconómicas funcionales.

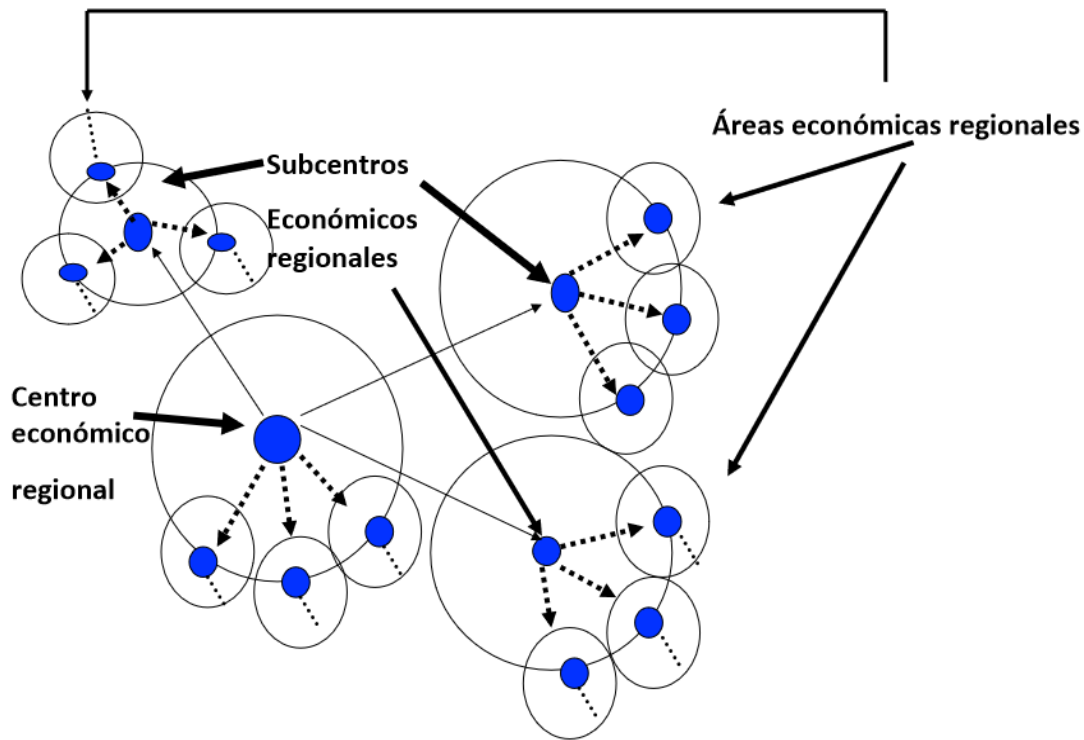
Para una mejor comprensión del espacio económico se propone la siguiente clasificación

- Espacio-sitio: Que se relaciona con la ubicación respecto de otros mercados
- Espacio-distancia: Que hace alusión a la localización de y distancia entre sitios vinculados y complementados económicamente.
- Espacio-interacción: Considera la interacción económica entre los espacios-sitios y su distancia.

La combinación de estos tres conceptos representa el espacio económico, el cual se conforma de diversos sitios económicos, los cuales se refieren al lugar donde se lleva a cabo la actividad económica. Por lo tanto, el espacio económico está formado por el conjunto de interacciones entre diversos sitios económicos, en donde tienen que existir cuando menos un par de sitios económicos interactuando entre sí. Es de destacar, que esta interacción no está necesariamente acotada a un espacio político pre establecido. Es precisamente de aquí, que se deriva la noción de regiones funcionales, el cual es la esencia de la técnica utilizada en este documento para la delimitación de la región de estudio.

---

<sup>20</sup> Esta perspectiva, ha estado siendo desarrollada por CEDRUS-UNAM



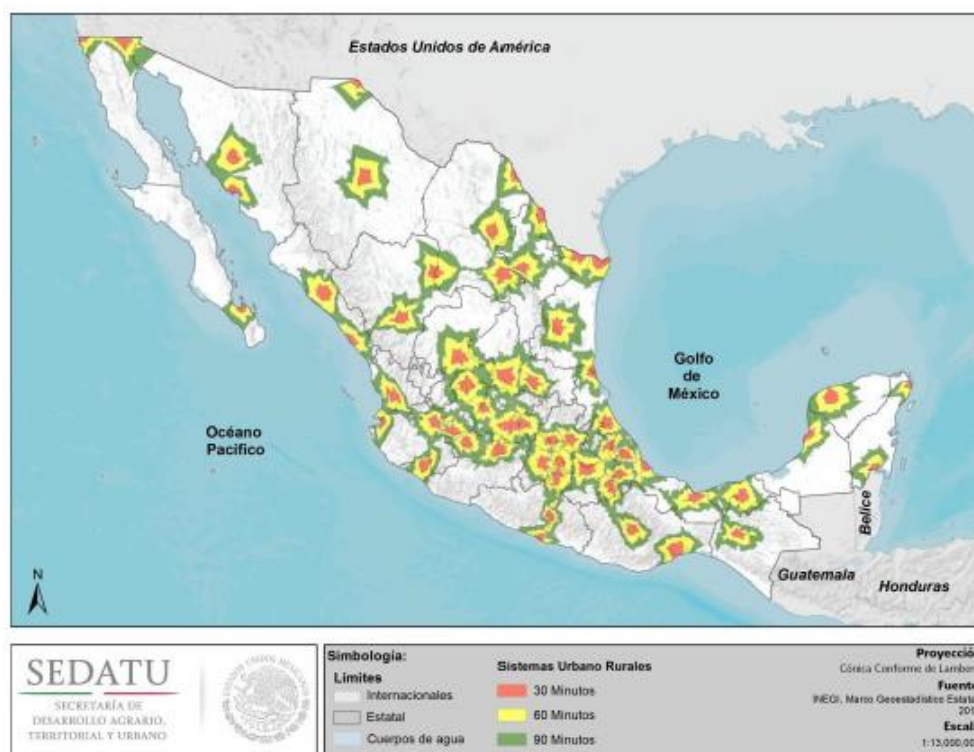
## 2.1.Regionalización funcional

A pesar de que la globalización ha puesto en evidencia la heterogeneidad económica regional en el mundo, la mayoría de los análisis regionales, tradicionalmente se hacen desde una perspectiva multidisciplinaria en donde la perspectiva económica, se concibe simplemente como un “elemento de apoyo”. Se privilegia, por tanto, la dimensión temporal y el uso de unidades político-administrativos en los análisis. Naturalmente se requiere un enfoque más complejo que permita explicar las disparidades regionales a través de la interacción entre unidades espaciales, es decir, integrar la dimensión espacial a los análisis económicos.

La concepción de regiones funcionales se basa en la identificación de interrelaciones entre actividades económicas, sitios y funciones, las cuales se reflejan al interior de la región como flujos de interacciones económicas (Asuad, 2016) Asimismo, nace de la noción de que las actividades económicas no se distribuyen de forma homogénea en el espacio, debido a condicionantes geográficas, humanas o económicas (Garduño, 2016). En general, el enfoque funcional asume que las áreas donde ocurren las relaciones o vínculos, no están



necesariamente acotados a fronteras político-administrativas -límites nacionales, estatales, municipales, etc.-; son límites difusos y no necesariamente rígidos, abstractos o reales (SEDATU, 2013). De hecho, el uso de regiones administrativas por parte del gobierno, no permiten entender cabalmente el comportamiento económico en el espacio y, en consecuencia, las políticas públicas y programas de apoyo regionales no tienen éxito (Garduño, 2016).



Actualmente, pocos países han definido oficialmente regiones funcionales. La OCDE las define como una unidad territorial que resulta de la organización de las relaciones sociales y económicas porque sus límites no reflejan particularidades geográficas o eventos históricos (OCDE, 2002). Por su parte, en el ámbito académico, Kayser (2001), las define como espacios precisos, pero no inmutables que responden a las siguientes tres características: vínculos existentes entre sus habitantes, su organización en torno a un centro dotado de cierta autonomía y su integración funcional en una economía global.

### 3. Aspectos metodológicos

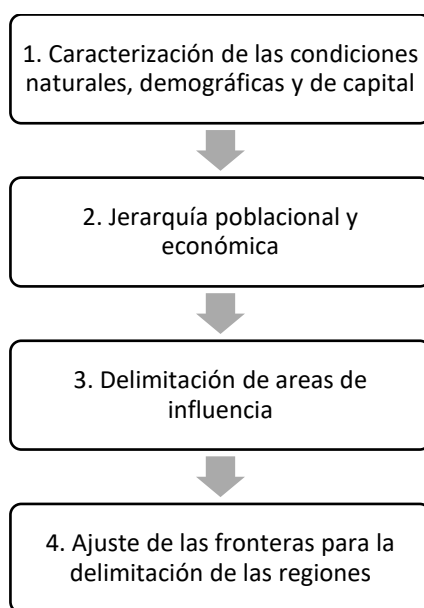
El propósito de este capítulo es introducir los aspectos metodológicos con los que se pretende responder a las preguntas de investigación. En primer lugar, se establecen los pasos metodológicos para la validación de la región de estudio, la cual implicó el uso de la

metodología de la concentración en el espacio; y, en segundo lugar, se procede al planteamiento del método de Flegg utilizado para la derivación del cuadro de insumos intermedios.

### 3.1. Delimitación de la región de estudio

La siguiente propuesta metodológica integral del desarrollo regional y urbano ha sido esbozada con el fin de tomar en cuenta el proceso complejo y multifactorial del espacio geográfico. Se proponen divisiones territoriales bajo principios funcionales, y se apoya de modelos gravitacionales. La esencia de la regionalización funcional es que dentro del área geográfica en cuestión existen subcentros con sus respectivas áreas de influencia, por lo que se conforma un sistema conformado por la interacción de estos subcentros regionales.

De manera sintética, la metodología para la delimitación regional geo económica parte de los siguientes pasos metodológicos.



#### 3.1.1. Caracterización de las áreas físicas y naturales de la región geográfica

En primer lugar, es necesario identificar las características naturales del espacio que pueden alterar o beneficiar la ubicación de los nodos poblacionales y su accesibilidad, como el relieve, ejes volcánicos, cordilleras, recursos naturales, etc. Esto es relevante ya que estos patrones geográficos no solo influyen en la base económica y especialización de cada región, sino que también permite identificar barreras naturales que podrían condicionar la accesibilidad económica, es decir, el desplazamiento de flujos económicos y demográficos.

### 3.1.2. Jerarquía poblacional y económica

En este paso, se identifica la importancia económica del sistema de ciudades nacional. Para ello, en primer lugar, se toma en cuenta el sistema nacional urbano<sup>21</sup> de la Comisión Nacional de Población -CONAPO-, el cual consiste en 59 zonas metropolitanas para el 2010. En segundo lugar, se procede a ordenar las zonas metropolitanas jerárquicamente mediante tasas de participación en variables elegidas -valor agregado, población total, población ocupada y unidades económicas- y bajo un criterio 80-20.

El enfoque 80-20 está basado en el criterio de Pareto establece una relación de concentración de cualquier variable en un número compacto de unidades. Una forma fácil de entender esta relación es con la frase “alrededor del 80% de la variable, está concentrada en alrededor del 20% de las unidades”.

### 3.1.3. Delimitación de las áreas de influencia o áreas de mercado

A pesar de que a través de la identificación de las redes de transporte es posible establecer fronteras de forma preliminar, es necesario complementar y validarlas a través de un modelo gravitacional simple. En este caso, se utiliza el Índice de Reilly, el cual pondera el peso de la población entre dos sitios y la distancia.

---

<sup>21</sup> Para la identificación de estas aglomeraciones, CONAPO utiliza un criterio demográfico en el cual, aquellas zonas metropolitanas que superen....

El uso de este índice requiere la identificación de los principales sitios de concentración económica, lo cual se realizó en el paso anterior.

$$BP = \frac{D_{ab}}{1 + \sqrt[2]{P_a/P_b}}$$

Donde:

BP = Punto limítrofe o Border Point

Pa= Población del sitio A

Pb= Población del sitio b

Da= Distancia al sitio A

Db = Distancia al sitio B

Para el diseño de esta fórmula, se considera a la población como variable para estimar la fuerza de atracción y tamaño de una ciudad para atraer flujos de consumidores. El supuesto básico es que entre mas grande sea la ciudad, mayor es la diversidad comercial de su economía. Por otra parte, la distancia refleja la influencia en el comportamiento espacial de la conducta de los consumidores. La idea básica de este calculo es ponderar los pesos entre dos nodos urbanos, de tal forma que se puedan validar las fronteras.

#### 3.1.4. Ajuste de fronteras.

En este paso final, las fronteras obtenidas se ajustan para que sean equiparadas a las fronteras estatales. Es importante recalcar que idealmente, las fronteras deben respetar la delimitación obtenida en el paso anterior. Sin embargo, para fines de estas tesis, particularmente para la consistencia numérica, se procede a este ajuste.

Considerando el caso de estudio en esta tesis, las fronteras fueron ajustadas para que se contemplaran los estados de Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León.

### 3.2. Metodología de Flegg

Flegg (1995) hace una revisión de las técnicas de coeficientes de localización para la regionalización de matrices, con lo que identificó sobreestimaciones de los multiplicadores regionales, las cuales ignoran el tamaño de los sectores y de la región agregada respecto al nacional, así como errores por métodos inadecuados de agregación.<sup>22</sup> Por lo tanto, Flegg y Weber (1997) propusieron la siguiente estimación.

$$FLQ_{ij} = CILQ_{ij} \lambda_r^\delta a_{ij}$$

Donde:

$FLQ_{ij}$  = Coeficiente de Flegg

$CILQ_{ij}$  = Coeficientes de localización de industria cruzada

$\lambda_r^\delta$  = es el factor de ponderación del tamaño relativo de la región, donde delta es igual o mayor a uno.  $\lambda_r^\delta = \log_2(1 + \frac{Y_r}{Y_n})^\delta$

$a_{ij}$  = Coeficiente técnico nacional

De igual forma, finalmente se obtienen los coeficientes regionales de comercio. Si FQL es mayor que 1, se usa  $a_{ij}$ ; si FQL es menor que 1, se utiliza el coeficiente de comercio estimado para la región.

#### 3.2.1. Pasos de la estimación:

A continuación, se indican los pasos utilizados para la construcción del cuadro de usos intermedios de la región Noreste de México:

---

<sup>22</sup> DAVILA Alejandro. (2001). Matriz de insumo-producto de la economía de Coahuila e identificación de sus flujos intersectoriales más importantes. En Economía Mexicana. Nueva Epoca, vol XI, num 1, primer semestre de 2002(pp.84)

En primer lugar, se reunieron los datos necesarios. Para ellos, se usaron los Censos Económicos 2014 los cuales son relevantes ya que ofrecen datos de la producción por sectores industriales SCIAN. Se completó esta fuente de información con información del Sistema de Cuentas Nacionales de México – Cuentas de los gobiernos estatales y locales, cuentas corrientes y de acumulación de INEGI, para obtener la actividad de los gobiernos estatales y locales en los sectores 61, 62 y 93, que no son cubiertos por los censos. Asimismo, de esta última fuente, se obtuvo también la inversión del gobierno.

Código	Sectores SCIAN
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
21	Minería
22	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final
23	Construcción
31-33	Manufacturas
43	Comercio al por mayor
46	Comercio al por menor
48-49	Transporte, correos y almacenamiento
51	Información en medios masivos
52	Servicios financieros y de seguros
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos
55	Corporativos
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación
61	Servicios educativos
62	Servicios de salud y de asistencia social
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales

Fuente: elaboración propia

Para la estimación de la matriz, se aplicó el método Flegg, con la diferencia de que no se usaron los coeficientes nacionales, pues de esta forma se pretende conservar las características de la región.

$$FLQ_{ij} = CILQ_{ij} \lambda_r^\delta$$

A continuación, se estiman los coeficientes de localización.

$$CLS_i^r = \frac{\frac{x_i^r}{x^r}}{\frac{x_i^n}{x^n}}$$

Donde:

$\frac{x_i^r}{x^r}$  = Participación de la industria i de la región r

$\frac{x_i^n}{x^n}$  = Participación de la industria i a nivel nacional n.

Se hace la multiplicación cruzada del vector de CLS como fila y del mismo vector como columna para obtener la multiplicación cruzada, obteniendo una matriz CILQ.

$$CILQ_{ij} = CLS_i^r * CLS_j^r$$

Se estima la lambda, que implica asumir un delta de 0.3

$$\lambda_r^\delta = \log_2 \left( 1 + \frac{Y_r}{Y_n} \right)^\delta$$

Donde:

$\frac{Y_r}{Y_n}$  = Participación de la actividad total de la región sobre la actividad total del país

Luego, se multiplican los elementos de la matriz cruzada, por el valor de la lambda.

$$FLQ_{ij} = CILQ_{ij} \lambda_r^\delta$$

Posteriormente se estiman las participaciones de cada fila respecto a su total de elementos de fila, de esta matriz.

$$PFLQ_{ij} = \frac{FLQ_{ij}}{\sum_i^n FLQ_{ij}}$$

Finalmente, se multiplican por el consumo intermedio de la región.



$$MCI_{ij} = PFLQ_{ij} * CI_j$$

De esta forma se obtienen los valores estimados de consumo intermedio entre sectores de la región, usando las participaciones del índice de Flegg como indicadores.

## 4. Resultados Empíricos y conclusiones

### 4.1. Región Noreste de México

La región Noreste de México se conforma por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Mapa 2: Delimitación de la región Noreste de México



Fuente: elaboración propia en Mapa Digital

Como primer paso, previo a la regionalización, se observa la infraestructura vial y de comunicaciones en general, para que, de forma visual, sea posible establecer una idea primigenia sobre la funcionalidad de la región. Como se puede observar en la imagen siguiente, en esta parte del país existe una tendencia a que los caminos confluyan hacia Monterrey.

Mapa 3: Análisis visual de la infraestructura vial y condicionamientos físicos



Fuente: elaboración propia elaboración propia en Mapa Digital

Esto, es coherente ya que es el nodo industrial mas importante de la zona. Asimismo, esto se confirma con el siguiente paso, que consiste en la utilización del criterio 80-20 de Pareto para la configuración inicial de las zonas metropolitanas más importantes. En otras palabras, la región Noreste de México es “comandada” por la zona metropolitana de Monterrey.

#### 4.2.Obtención del cuadro de usos intermedios

Derivado de la utilización del método de Flegg, fue posible obtener un cuadro de usos intermedios, como se ve en la siguiente página. Asimismo, como se puede observar de manera visual en la siguiente gráfica, los resultados muestran que para 2014, la interacción entre sectores está fuertemente cargada hacia los sectores 31 y 33 (manufacturas) lo cual no es sorpresivo dada la especialización histórica de la región en este sector.

El objetivo general de la tesis se ha cumplido con éxito, dado que consistía precisamente en la obtención de este cuadro de usos intermedios. Asimismo, uno de los resultados mas relevantes es que, como se puede observar en el gráfico 1, la distribución de la actividad económica tiende a estar fuertemente cargada hacia los sectores 31-33 que corresponden a las industrias manufactureras

Es importante notar que hubo algunas complicaciones en el trabajo dado que la falta de información a nivel regional, no permite una imagen precisa de la región. Particularmente la falta de vectores precisos de consumo intermedio,

Este trabajo sirve como base para futuras investigaciones dado que es posible proceder y realizar cuadros mas extensos a partir de este, como una matriz de insumo-producto regional o incluso una matriz de contabilidad social. Asimismo, es de notar que el conjunto teórico recopilado en la presente tesis, es importante dado que la literatura sobre insumo-producto regional actualmente se encuentra dispersa.

Finalmente, es recomendable utilizar lenguajes de programación estadísticos que permitan un desempeño más productivo a la hora de estimar y trabajar con bases de datos grandes. En este caso, su ayuda ha sido inimaginable dado que fue posible estimar el cuadro, objetivo de esta tesis, de una forma mas veloz que otros métodos tradicionales. Adicionalmente, es menester indicar que en este trabajo se muestra la flexibilidad a la hora de utilizar lenguajes de programación estadísticos; son posibilidades infinitas y permiten al investigador no depender de softwares estáticos.

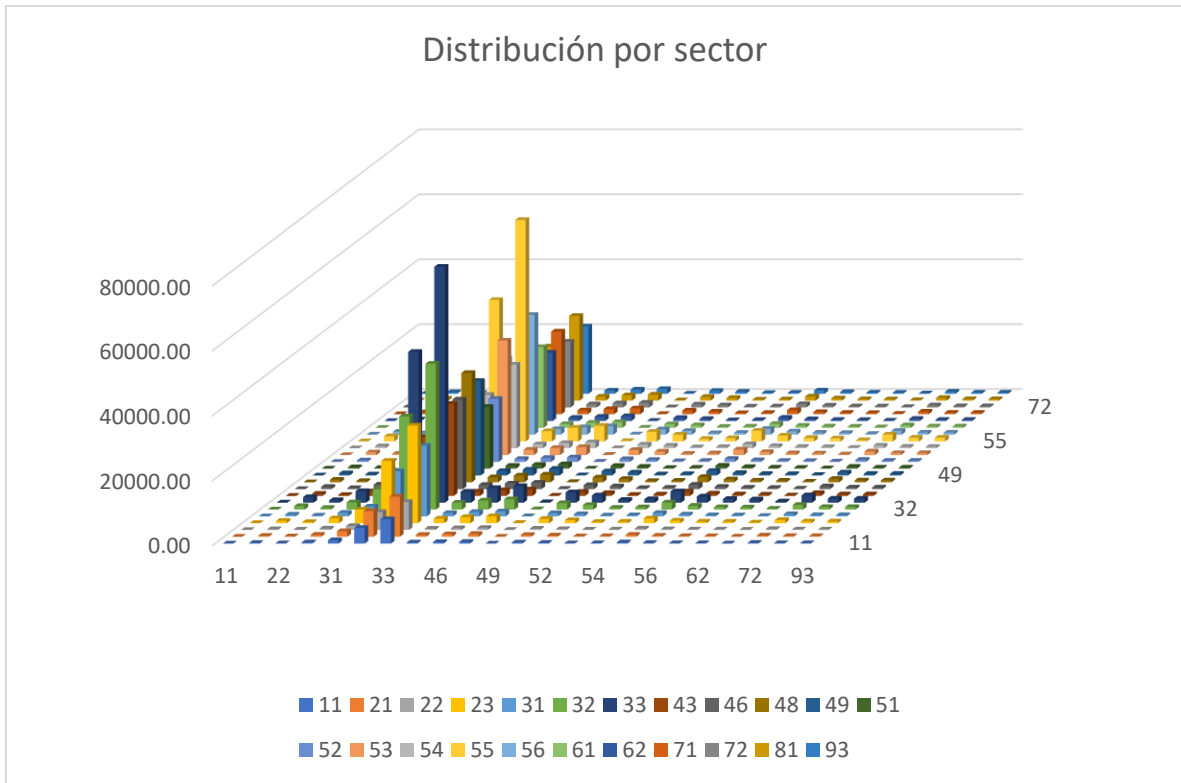


Cuadro de usos intermedios de la región Noreste de México

	11	21	22	23	31	32	33	43	46	48	49	51	52	53	54	55	56	61	62	71	72	81	93
11	5.07	178.14	81.55	367.36	1039.77	4792.74	7500.33	347.84	465.69	528.91	16.93	329.64	231.05	88.91	111.87	361.12	196.51	121.27	105.87	41.45	235.63	128.70	128.10
21	8.35	293.59	134.40	605.43	1713.60	7898.71	12360.98	573.25	767.49	871.68	27.91	543.26	380.78	146.53	184.37	595.15	323.86	199.85	174.47	68.32	388.34	212.10	211.12
22	5.83	205.01	93.85	422.76	1196.59	5515.57	8631.52	400.30	535.93	608.68	19.49	379.35	265.89	102.32	128.74	415.58	226.14	139.56	121.83	47.71	271.17	148.10	147.42
23	20.29	713.27	326.52	1470.89	4163.17	19189.83	30030.85	1392.71	1864.61	2117.73	67.80	1319.85	925.10	355.98	447.91	1445.90	786.80	485.54	423.88	165.98	943.46	515.29	512.92
31	14.68	516.28	236.35	1064.67	3013.42	13890.13	21737.16	1008.08	1349.65	1532.87	49.08	955.34	669.61	257.67	324.21	1046.58	569.51	351.45	306.82	120.14	682.90	372.98	371.27
32	30.32	1065.94	487.97	2198.16	6221.64	28678.17	44879.51	2081.33	2786.56	3164.84	101.33	1972.44	1382.52	532.00	669.38	2160.82	1175.84	725.62	633.47	248.05	1409.95	770.07	766.53
33	49.09	1725.85	790.07	3559.02	10073.39	46432.51	72663.91	3369.87	4511.68	5124.16	164.06	3193.56	2238.42	861.35	1083.79	3498.56	1903.78	1174.84	1025.65	401.61	2282.83	1246.81	1241.08
43	19.16	673.64	308.38	1389.17	3931.89	18123.75	28362.52	1315.34	1761.02	2000.08	64.04	1246.53	873.71	336.21	423.03	1365.57	743.09	458.57	400.34	156.76	891.04	486.66	484.43
46	18.64	655.30	299.99	1351.35	3824.85	17630.34	27590.35	1279.53	1713.08	1945.63	62.29	1212.59	849.92	327.05	411.51	1328.40	722.86	446.09	389.44	152.49	866.79	473.41	471.24
48	22.74	799.61	366.05	1648.94	4667.14	21512.82	33666.19	1561.30	2090.32	2374.09	76.01	1479.62	1037.09	399.07	502.14	1620.93	882.05	544.32	475.20	186.07	1057.67	577.67	575.01
49	19.66	691.40	316.51	1425.79	4035.53	18601.48	29110.13	1350.01	1807.44	2052.81	65.72	1279.38	896.74	345.07	434.18	1401.57	762.68	470.66	410.89	160.89	914.53	499.49	497.19
51	12.86	452.07	206.95	932.24	2638.61	12162.47	19033.49	882.70	1181.78	1342.21	42.97	836.52	586.33	225.62	283.89	916.41	498.67	307.74	268.66	105.20	597.96	326.59	325.09
52	13.11	460.92	211.01	950.51	2690.31	12400.79	19406.44	899.99	1204.94	1368.52	43.81	852.91	597.82	230.04	289.45	934.36	508.45	313.77	273.92	107.26	609.68	332.99	331.46
53	23.81	837.24	383.28	1726.55	4886.80	22525.33	35250.70	1634.79	2188.71	2485.83	79.59	1549.26	1085.90	417.86	525.77	1697.22	923.56	569.94	497.56	194.83	1107.45	604.85	602.07
54	17.40	611.72	280.04	1261.48	3570.47	16457.79	25755.39	1194.43	1599.15	1816.23	58.15	1131.94	793.40	305.30	384.15	1240.05	674.79	416.42	363.54	142.35	809.14	441.93	439.90
55	46.08	1620.03	741.63	3340.80	9455.75	43585.55	68208.60	3163.25	4235.05	4809.97	154.00	2997.75	2101.17	808.54	1017.34	3284.05	1787.05	1102.81	962.76	376.99	2142.86	1170.37	1164.99
56	24.90	875.65	400.86	1805.76	5111.00	23558.75	36867.94	1709.79	2289.12	2599.87	83.24	1620.34	1135.72	437.03	549.89	1775.08	965.93	596.09	520.39	203.77	1158.25	632.60	629.70
61	16.80	590.55	270.35	1217.83	3446.92	15888.31	24864.18	1153.10	1543.81	1753.39	56.14	1092.78	765.94	294.74	370.85	1197.14	651.44	402.01	350.96	137.42	781.14	426.64	424.67
62	14.23	500.33	229.05	1031.78	2920.32	13460.99	21065.58	976.94	1307.96	1485.52	47.56	925.83	648.93	249.71	314.20	1014.25	551.92	340.59	297.34	116.43	661.80	361.46	359.80
71	17.20	604.72	276.83	1247.05	3529.62	16269.52	25460.76	1180.77	1580.85	1795.46	57.48	1119.00	784.32	301.81	379.75	1225.86	667.07	411.65	359.38	140.72	799.88	436.87	434.86
72	13.67	480.60	220.01	991.09	2805.18	12930.25	20235.01	938.42	1256.39	1426.94	45.69	889.32	623.34	239.86	301.81	974.26	530.15	327.16	285.62	111.84	635.71	347.20	345.61
81	17.62	619.39	283.55	1277.30	3615.25	16664.21	26078.42	1209.41	1619.20	1839.01	58.88	1146.14	803.35	309.13	388.96	1255.60	683.25	421.64	368.10	144.13	819.29	447.47	445.41
93	14.01	492.44	225.43	1015.51	2874.28	13248.78	20733.49	961.54	1287.34	1462.10	46.81	911.23	638.70	245.77	309.24	998.26	543.21	335.22	292.65	114.59	651.37	355.76	354.12

Fuente: elaboración propia en usando el lenguaje R

Gráfico 1



Fuente: elaboración propia

## 5. Anexos

### 5.1. Script diseñado para la construcción del cuadro de usos intermedios

```
# Estimacion flegg
base <- read.table("clipboard", sep = "\t",
  header = T, dec = ".",
  stringsAsFactors = T
)
nac <- read.table("clipboard", sep = "\t",
  header = T, dec = ".",
  stringsAsFactors = T
)
nac
base
View(base)
str(base)
str(nac)
base[,1] <- as.character(base[,1])
nac[,1] <- as.character(nac[,1])

# indice de iee
iee <- ( base[,"pbt"] / sum(base[,"pbt"]) ) /
  ( nac[,"pbt"] / sum(nac[,"pbt"]) )
iee
class(iee)

# se calculan las multiplicaciones cruzadas del iee
cross <- outer(iee, iee)
View(cross)
```

```

# factor de ponderacion lambda delta de la region
# logaritmo base dos de uno mas el valor de la región
# sobre el valor nacional, finalmente a la delta potencia
# se usa delta = 3
lambda <- log(1 + (sum(base[,2]) / sum(nac[,2])), 2) ^ .3

# se multiplican los cross iee por el lambda
cl <- cross * lambda

cl
sd(cl)
max(cl)
min(cl)
dim(cl)

# calculamos participaciones de los cl estimados, y multiplicamos
# por los totales de ci, para obtener los flujos
# a manera de que las part de cl son indicadores de los
# flujos
View(cl)

sumcl <- apply(cl, 2, sum)

partcl <- matrix(data = 0, nrow= length(cl[,1]), ncol = length(cl[,1]))
dim(partcl)
# matriz de participaciones
for(j in 1:length(cl[,1])){
  for(i in 1:length(cl[,1])){
    partcl[i,j] <- cl[i,j] / sumcl[j]
  }
}

```



```

# comprobacion de la suma de coef
sum(partcl[,2])

# multiplicacion

base[, "ci"]
ciest <- matrix(data = 0, nrow= length(cl[,1]), ncol = length(cl[,1]))

for(j in 1:length(cl[,1])){
  for(i in 1:length(cl[,1])){
    ciest[i,j] <- partcl[i,j] * base[j, "ci"]
  }
}

# comprobacion de la operacion. El primer elemento debe ser igual
# al total de la tabla
sum(ciest[,3])
base[, "ci"]

# guardamos en csv
getwd()
setwd("C:/Users/william/Desktop")
ciest <- as.data.frame(ciest)
write.table(ciest, "est_ci_william.csv", sep = "\t", dec = ".",
            quote = F, col.names = T, row.names = T)
library(readxl)
library(xlsx)
?write.xlsx
write.xlsx(ciest, "est_ci_finaltesis.xlsx")

propor <- function(x){

```

```
x / sum(x)
}
m <- matrix(sample(25), ncol=5, nrow=5)
m
m2 <- apply(m, 2, propor)
sum(m2[,2])
m3 <- apply(t(m), 2, propor)
sum(m3[,2])
?mapply
mapply(propor, m)
s <- sample(10)
mapply(sum, m)
m
```

## 6. Bibliografía

Allen R.I.G. y F. Gossling, *Estimating and Projecting Input-Output Coefficients*, Londres, Page Bros LTD. 1975.

Bacharach, M., *Biproportional Matrices and Input-Output Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 1970.

Brugués A., *Matriz de Insumo-Producto de Baja California*, tesis de maestría en economía aplicada, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, 1994.

Domínguez, L., *Estrategias de Desarrollo Económico para el Estado de Chihuahua. Aplicaciones de Insumo-Producto*, tesis de maestría en desarrollo regional, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, 1998.

Fuentes, N.A., S. Lugo y M. Herrera, *Matriz de insumo-producto de Baja California: un enfoque híbrido*, Universidad Autónoma de Baja California y Miguel Angel Porrúa México, 2004.

Fuentes, N.A. y A. Brugés, "Modelos de insumo-producto regionales y procedimientos de regionalización", *Comercio Exterior*, vol. 51, núm. 3, marzo de 2001.

Guirratani, F., "A Note on the McMemamian-Harring Input-Output Projection Technique", *Journal of Regional Science*, vol. 15, núm. 3, 1975, pp. 371-375.

Ibarra, E., *Matriz de insumo-producto para Coahuila: un análisis de clusters*, tesis de maestría en economía aplicada, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, 1998.

Mariña Flores, A., *Insumo-producto: aplicaciones básicas al análisis económico estructural*, UAM-Azcapotzalco, México, 1993.

McMenamin, D.G. y J.E. Harring, "An appraisal of Non-survey Techniques for Estimating Regional Input Output Models", *Journal of Regional Science*, vol. 14 , 1974, pp. 191-205.

SPP, *Bases informativas para la utilización del modelo de insumo-producto, tomo I, Homogenización de las matrices 1950-1960-1970*, SPP, México, 1980.

SPP/BANXICO/PNUD, *Matriz de insumo-producto de México, Año 1970*, SPP, México, 1979.

SPP/BANXICO/PNUD, *Sistema de cuentas nacionales de México, tomo VII Matriz de insumo producto, Año de 1975*, SPP, México, 1981.

SPP/PNUD, *Matriz de insumo-producto. Año 1978 (actualización)*, SPP, México, 1983.

-----, *Matriz de insumo-producto. Año 1980*, SPP/INEGI, México, 1986.

Puebla, A., Análisis de la estructura económica del estado de Sonora: un análisis insumo-producto, tesis de maestría en desarrollo regional, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, 1998.

Richardson, H.W., "Input-Output and Economic Base Multipliers: Looking Backward and Forward", *Journal of Regional Science*, vol. 25, núm. 4, 1985, pp. 607-661.

Rodríguez O. y E. Román, *Construcción de una matriz de contabilidad social (insumo-producto extendida) para Nuevo León*, Centro de Investigaciones Económicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, 1995.

Valdés, Y., Matriz de insumo-producto para Tamaulipas: análisis de multiplicadores y encadenamientos, tesis de maestría en economía aplicada, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte.

Universidad de Guadalajara, Matriz de insumo-producto, 1996, Centro de Estudios Estratégicos para el Desarrollo, Universidad de Guadalajara, 1998.