



TESIS DE DOCTORADO

**ANÁLISIS DE MÉTODOS  
INDIRECTOS PARA LAS  
PROYECCIONES DE  
LAS TABLAS INPUT-OUTPUT  
SUB-TERRITORIALES**

Napoleón Guillermo Sánchez Chóez

ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMÍA Y EMPRESA

SANTIAGO DE COMPOSTELA  
2021





## DECLARACIÓN DEL AUTOR/A DE LA TESIS

D./Dña. **Napoleón Guillermo Sánchez Chóez**

Título de la tesis: **Análisis de métodos indirectos para las proyecciones de las tablas input-output sub-territoriales**

Presento mi tesis, siguiendo el procedimiento adecuado al Reglamento y declaro que:

- 1) La tesis abarca los resultados de la elaboración de mi trabajo.
- 2) De ser el caso, en la tesis se hace referencia a las colaboraciones que tuvo este trabajo.
- 3) Confirmando que la tesis no incurre en ningún tipo de plagio de otros autores ni de trabajos presentados por mí para la obtención de otros títulos.
- 4) La tesis es la versión definitiva presentada para su defensa y coincide la versión impresa con la presentada en formato electrónico.

Y me comprometo a presentar el Compromiso Documental de Supervisión en el caso que el original no esté depositado en la Escuela.

En **Santiago de Compostela, 13 de julio de 2021.**

**Firma electrónica**





## **AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR/TUTOR DE LA TESIS**

### **Análisis de métodos indirectos para las proyecciones de las tablas input-output sub-territoriales**

D. Xesús Pereira López  
D<sup>a</sup>. Marta Portela Maseda

#### **INFORMAN:**

Que la presente tesis, se corresponde con el trabajo realizado por D. Napoleón Guillermo Sánchez Chóez, bajo mi dirección, y autorizo su presentación, considerando que reúne los requisitos exigidos en el Reglamento de Estudios de Doctorado de la USC, y que como director de esta no incurre en las causas de abstención establecidas en la Ley 40/2015.

De acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Estudios de Doctorado, declara también que la presente tesis doctoral es idónea para ser defendida en base a la modalidad de Monográfica con reproducción de publicaciones, en los que la participación del doctorando/a fue decisiva para su elaboración y las publicaciones se ajustan al Plan de Investigación.

En Santiago de Compostela, 29 de julio de 2021





## **AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR/TUTOR DE LA TESIS**

### **Análisis de métodos indirectos para las proyecciones de las tablas input-output sub-territoriales**

D<sup>a</sup>. María Isabel Neira Gómez

#### **INFORMA:**

Que la presente tesis, se corresponde con el trabajo realizado por D. Napoleón Guillermo Sánchez Chóez, bajo mi tutorización, y autorizo su presentación, considerando que reúne los requisitos exigidos en el Reglamento de Estudios de Doctorado de la USC, y que como director de esta no incurre en las causas de abstención establecidas en la Ley 40/2015.

De acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Estudios de Doctorado, declara también que la presente tesis doctoral es idónea para ser defendida en base a la modalidad de Monográfica con reproducción de publicaciones, en los que la participación del doctorando fue decisiva para su elaboración y las publicaciones se ajustan al Plan de Investigación.

En Santiago de Compostela, 29 de julio de 2021



A mi padre Walter Guillermo Sánchez Parrales por haberme  
hecho llegar hasta aquí,  
a mi madre Hortencia por depositar toda su confianza,  
a Nadezda por su infinito amor,  
a mis hijas: Angee, Sofía y Yulia por sus alegrías expresadas,  
y demás familiares, amigos y compañeros que en cada momento  
aportaron con su presencia y palabras de ánimo para que este camino  
trascendido sea más placentero.





## Agradecimientos

Agradezco a Xesús Pereira López por creer en mí y por haberme sumergido en el fascinante mundo de la optimización matemática y de la investigación, a Marta Portela Maseda por haberme transmitido el interés por el arte de la programación, a María Isabel Neira Gómez por su guía y sus valiosos consejos, a Melchor Fernández Fernández, Yolanda Pena Boquete y Fernando de la Torre Cuevas por contribuir en la revisión y mejora de la tesis.

Muchas gracias a los contribuyentes ecuatorianos que por medio de la Escuela Politécnica Nacional me hicieron llegar los recursos para culminar con éxito.

También agradezco al Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA), al Grupo de Análisis y Modelización Económica (GAME) y al grupo Valoración Financiera Aplicada (VFA) por facilitarme la infraestructura para el desarrollo de la investigación.



## Resumen

La escasez de la información y el alto costo en la elaboración de marcos Input-Output (IO) en los espacios geográficos sub-territoriales implica el uso de técnicas *non-survey*. En efecto, los cocientes de localización (LQ) son ampliamente utilizados en las proyecciones IO. Actualmente, existe en la literatura de este ámbito científico una considerable discrepancia acerca del valor que se le debe asignar a un parámetro relativo a la fórmula de Flegg (FLQ) y a su versión aumentada (AFLQ). Como es obvio, la asignación de diferentes valores a dicho parámetro conlleva a resultados distintos en las mencionadas proyecciones; en consecuencia, se pueden obtener estimaciones erróneas. Recientemente se ha unido a la familia LQ una reformulación bidimensional (2D-LQ) que incorpora dos parámetros que no están asociados al tamaño de los sub-territorios, sino al grado de especialización de las diversas ramas de actividad y al tamaño sectorial (por filas y columnas, de forma respectiva) por lo que la sensibilidad de estos dos parámetros va a ser distinta, en comparación con el parámetro de AFLQ, o de FLQ.

El objetivo principal de esta investigación es averiguar qué enfoque LQ es el apropiado para ejecutar proyecciones IO sub-territoriales. Para ello se tomará de EUROSTAT las tablas IO de los años 2010 y 2015 de países pertenecientes al Área Euro 19. Para el contraste se utilizarán los siguientes estadísticos: Standardized Total Percentage Error (STPE), Mean Absolute Difference (MAD), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Standard Deviation of the Mean Absolute Difference (SD-MAD) y Theil's index ( $U$ ). A partir de ahí, se trata de comprobar si los distintos enfoques LQ presentan patrones de error. Para ello se ejecutarán contrastes más detallados que facilitarán posibles modificaciones metodológicas que tiendan a corregir las características subestimaciones que se dan en las proyecciones LQ.

*Palabras Clave:* cocientes de localización, técnicas *non-survey*, 2D-LQ, ACILQ, tablas input-output regionales, RAS.



## Resumo

A escaseza de información e o alto custo de preparación de marcos Input-Output (IO) en espazos xeográficos subteritoriais implica o uso de técnicas *non-survey*. De feito, os cocientes de localización (LQ) úsanse amplamente nas proxeccións de IO. Actualmente, existe unha considerable discrepancia na literatura neste campo científico sobre o valor que se debe asignar a un parámetro relacionado coa fórmula de Flegg (FLQ) ou coa súa versión aumentada (AFLQ). Obviamente, asignar diferentes valores a dito parámetro leva a resultados diferentes nas proxeccións mencionadas; en consecuencia, pódense obter estimacións erróneas. Á familia LQ uníuselle recentemente unha reformulación bidimensional (2D-LQ) que incorpora dous parámetros que non están asociados ao tamaño dos subteritorios, senón ao grao de especialización das distintas ramas de actividade e do tamaño sectorial (por filas e columnas, respectivamente) para que a sensibilidade destes dous parámetros sexa diferente, en comparación co parámetro AFLQ ou FLQ.

O principal obxectivo desta investigación é descubrir que enfoque LQ é adecuado para executar proxeccións de IO subteritoriais. Para iso, tomaranse de EUROSTAT as táboas IO dos anos 2010 e 2015 dos países pertencentes á zona Euro 19. Utilizaranse as seguintes estatísticas para o contraste: Erro porcentual total estandarizado (STPE), Diferenza media absoluta (MAD), Erro porcentual absoluto medio (MAPE), Desviación estándar da diferenza media absoluta (SD-MAD) e o índice de Theil ( $U$ ). A partir de aí, trátase de comprobar se os diferentes enfoques LQ mostran patróns de erro. Para iso, levaranse a cabo probas máis detalladas para facilitar posibles modificacións metodolóxicas que tendan a corrixir as subestimacións tan características nas proxeccións de LQ.

*Palabras clave:* cocientes de localización, técnicas *non-survey*, 2D-LQ, ACILQ, táboas input-output rexionais, RAS.



## Índice

INTRODUCCIÓN.....	27
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	35
HIPÓTESIS PRINCIPALES .....	37
OBJETIVOS .....	39
METODOLOGÍA.....	41
Análisis bibliométrico: índices y software .....	41
Proyecciones espaciales input-output: cocientes de localización .....	42
Estadísticos de bondad de ajuste .....	47
FUENTES DE DATOS .....	51
<b>CAPÍTULO 1: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA DEL ANÁLISIS INPUT-OUTPUT Y SU RELACIÓN CON OTROS MÉTODOS POR ÁREAS TEMÁTICAS EN LOS SUB-TERRITORIOS.....</b>	<b>53</b>
1.1 Introducción .....	53
1.2 Fuentes y recopilación de los datos.....	55
1.3 Análisis bibliométrico .....	57
1.3.1 Autores.....	59
1.3.2 Artículos citados .....	60
1.3.3 Red de colaboración entre países.....	64
1.3.4 Red de colaboración entre instituciones .....	66
1.3.5 Revistas.....	69
1.3.6 Red de co-ocurrencia de las palabras clave .....	72
1.3.7 Áreas temáticas de investigación.....	75
1.3.8 Conexiones con otros métodos. ....	78

1.4 Conclusiones.....	85
<b>CAPÍTULO 2: PROYECCIONES DE TABLAS INPUT- OUTPUT SUB-TERRITORIALES: COCIENTES DE LOCALIZACIÓN .....</b>	<b>89</b>
2.1 Introducción.....	90
2.2 Breve revisión del parámetro delta asociados a FLQ y AFLQ.....	93
2.3 Análisis .....	95
2.3.1 Análisis de sensibilidad de los cocientes de localización .....	95
2.3.2 Los cocientes de localización y posibles ajustes matriciales .....	98
2.4 Conclusiones.....	100
<b>CAPÍTULO 3: UNA MODIFICACIÓN DEL COCIENTE DE LOCALIZACIÓN INTERINDUSTRIAL PARA LA PROYECCIÓN DE LAS TABLAS INPUT-OUTPUT REGIONALES .....</b>	<b>101</b>
3.1 Introducción.....	102
3.2 Una modificación del cociente de localización interindustrial.....	103
3.3 Análisis .....	107
3.4 Discusión y conclusiones .....	111
<b>CAPÍTULO 4: PERFORMANCE DE LOS COCIENTES DE LOCALIZACIÓN BIDIMENSIONALES PARA CONSTRUIR TABLAS INPUT-OUTPUT .....</b>	<b>119</b>
4.1 Introducción.....	120
4.2 El método 2D-LQ .....	121
4.3 El efecto de los suavizados en las fórmulas LQ .....	122
4.4 Análisis .....	126

4.4.1	Estimación de los parámetros de los cocientes de localización.....	126
4.4.2	Estimación de los parámetros del método 2D-LQ.....	131
4.5	Discusión y conclusiones.....	134
<b>CAPÍTULO 5:</b>	<b>EXTENSIÓN DE LA METODOLOGÍA 2D-LQ</b>	<b>141</b>
5.1	Introducción.....	141
5.2	Infravaloración de las estimaciones mediante LQ: análisis gráfico.....	142
5.3	Una alternativa: 2D-LQ extended.....	149
5.4	Resultados y discusiones.....	150
	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	<b>157</b>
	<b>FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>161</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>173</b>
ANEXO 1:	Clasificación de producto por actividad (CPA) 2008.	173
ANEXO 2:	Contenido del análisis bibliométrico.....	177
ANEXO 3:	Evaluación de marcos contables y de ajustes (2015).....	189
ANEXO 4:	Evaluación del ACILQ: diez países del EA-19 (2010-2015).....	191
ANEXO 5:	Evaluación del 2D-LQ: diez países del EA-19 (2010-2015).....	197
ANEXO 6:	Evaluación de la metodología Extended 2D-LQ	203
ANEXO 7:	Relación de publicaciones y autorización de la revista.....	205
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>213</b>



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Tabla IO simplificada producto por producto a precios básicos. ...	29
<b>Tabla 2.</b> Número de artículos publicados, 1975-2018.....	57
<b>Tabla 3.</b> Información principal sobre la base de datos. ....	59
<b>Tabla 4.</b> Los diez autores más productivos. ....	60
<b>Tabla 5.</b> Los diez artículos más citados.....	62
<b>Tabla 6.</b> Los diez países más productivos (en base a la afiliación del primer autor).....	64
<b>Tabla 7.</b> Las diez instituciones más productivas relacionadas con la afiliación de los autores en cada artículo.....	67
<b>Tabla 8.</b> Las quince revistas más productivas. ....	70
<b>Tabla 9.</b> Keywords del autor en clústeres.....	74
<b>Tabla 10.</b> Subject area por clúster. ....	76
<b>Tabla 11.</b> Codificación y clasificación de producto por Actividad (CPA) 2008.....	173
<b>Tabla 12.</b> Las diez palabras clave más relevantes con ligeras variaciones. ....	177
<b>Tabla 13.</b> Abreviaciones y nombres de Keywords y métodos. ....	179
<b>Tabla 14.</b> Evaluación de proyecciones de marcos contables para países del EA-19 (2015) .....	189
<b>Tabla 15.</b> Evaluación de las proyecciones ACILQ para los países del EA-19 (2010-2015).....	191
<b>Tabla 16.</b> Evaluación de las proyecciones 2D-LQ para diez países del EA-19 (2010-2015).....	197
<b>Tabla 17.</b> Extended 2D-LQ: valores de los parámetros en cada proceso de iteración.....	203
<b>Tabla 18.</b> LQs: coeficientes y multiplicadores (2015) .....	204



## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Participación de los países de la EA-19 sobre la producción total (2010-2015).....	52
<b>Figura 2.</b> Proceso de recuperación de los datos. ....	57
<b>Figura 3.</b> Producción científica anual relacionada con la unidad de análisis, 1975-2018. ....	58
<b>Figura 4.</b> Red de colaboración entre países.....	66
<b>Figura 5.</b> Red de colaboración entre instituciones. ....	69
<b>Figura 6.</b> Performance de las revistas. ....	72
<b>Figura 7.</b> Red de co-ocurrencia de los Keywords. ....	75
<b>Figura 8.</b> Red de las áreas temáticas de investigación. ....	78
<b>Figura 9.</b> Métodos en la subject area Environmental Sciences y Ecology. ....	80
<b>Figura 10.</b> Métodos en la subject area Engineering. ....	81
<b>Figura 11.</b> Métodos en la subject area Science & Technology - Other Topics. ....	82
<b>Figura 12.</b> Métodos en la subject area Business & Economics.....	83
<b>Figura 13.</b> Métodos en la subject area Energy & Fuels. ....	84
<b>Figura 14.</b> Métodos en la subject area Water resources.....	85
<b>Figura 15.</b> Participación de doce países de la EA-19 sobre la producción total (2015).....	92
<b>Figura 16.</b> Comparativa de los cocientes de localización tradicionales para doce países de EA-19 (2015). ....	97
<b>Figura 17.</b> Performance de los LQs con sus respectivos ajustes RAS para doce países del EA-19 (2015). ....	99
<b>Figura 18.</b> Análisis de sensibilidad de ACILQ mediante STPE para diez países de la EA-19 en 2010.....	109

<b>Figura 19.</b> Análisis de sensibilidad de ACILQ mediante STPE para diez países de la EA-19 en 2015.....	110
<b>Figura 20.</b> Distancia relativa entre ACILQ ( $\gamma^*$ ) y AFLQ ( $\delta$ ), en porcentajes para el año 2010.....	112
<b>Figura 21.</b> Distancia relativa entre ACILQ ( $\gamma^*$ ) y AFLQ ( $\delta$ ), en porcentajes para el año 2015.....	113
<b>Figura 22.</b> Ranking de técnicas LQs para diez países del EA-19 año 2010. ....	115
<b>Figura 23.</b> Ranking de técnicas LQs para diez países del EA-19 año 2015. ....	116
<b>Figura 24.</b> Suavizado: adaptación de la tangente hiperbólica. ....	122
<b>Figura 25.</b> Suavizado de tipo potencial. ....	123
<b>Figura 26.</b> Suavizado de tipo logarítmico.....	124
<b>Figura 27.</b> Sendas utilizadas por filas en las proyecciones LQ de diez países del EA-19 (2010). ....	125
<b>Figura 28.</b> Análisis de sensibilidad utilizando STPE para diez países del EA-19 en 2010. ....	128
<b>Figura 29.</b> Análisis de sensibilidad utilizando STPE para diez países del EA-19 en 2015. ....	130
<b>Figura 30.</b> Estimación de 2D-LQ para diez países de la EA-19 en 2010. .	132
<b>Figura 31.</b> Estimación de 2D-LQ para diez países de la EA-19 en 2015. .	133
<b>Figura 32.</b> Mapeo de diez países de la EA-19 en 2010. ....	136
<b>Figura 33.</b> Mapeo de diez países de la EA-19 en 2015. ....	137
<b>Figura 34.</b> Superioridad del 2D-LQ frente al AFLQ: amplitud del rango $\alpha$ en 2010. ....	138
<b>Figura 35.</b> Superioridad del 2D-LQ frente al AFLQ: amplitud del rango $\alpha$ en 2015. ....	139
<b>Figura 36.</b> Visualización de los coeficientes técnicos reales EA-19 (2015).....	144
<b>Figura 37.</b> Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Austria).....	146

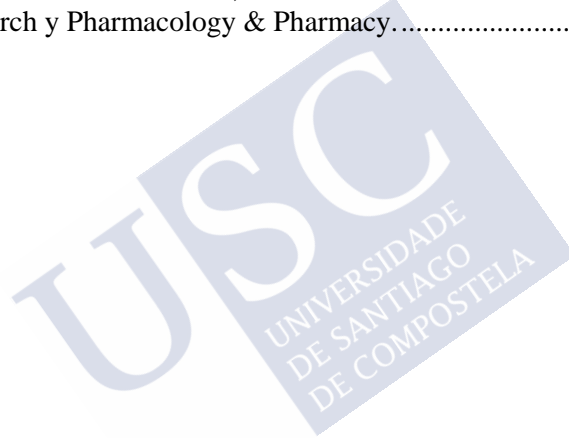
<b>Figura 38.</b> Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Bélgica).....	147
<b>Figura 39.</b> Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Francia).....	148
<b>Figura 40.</b> Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Alemania).....	149
<b>Figura 41.</b> Óptimos del extended 2D-LQ para países del EA-19 (2015)...	151
<b>Figura 42.</b> Errores en los coeficientes técnicos vía extended 2D-LQ para los países EA-19.....	152
<b>Figura 43.</b> Visualización de los efectos LQs en la diagonal principal.....	153
<b>Figura 44.</b> Errores en los multiplicadores mediante LQs para los países EA-19.....	155
<b>Figura 45.</b> Distancias entre STPE global y los STPE por filas. Austria (2015).....	163
<b>Figura 46.</b> Distancias entre STPE global y los STPE por filas. Bélgica (2015).....	164
<b>Figura 47.</b> Distancias entre STPE global y los STPE por filas. Francia (2015).....	165
<b>Figura 48.</b> Distancias entre STPE global y los STPE por filas. Alemania (2015).....	166
<b>Figura 49.</b> Sector 08: visualización de las rectificaciones por filas de los LQs para Austria (2015).....	169
<b>Figura 50.</b> Sector 27: visualización de las rectificaciones por filas de los LQs para Austria (2015).....	170
<b>Figura 51.</b> Sector 50: visualización de las rectificaciones por filas de los LQs para Austria (2015).....	171
<b>Figura 52.</b> Métodos en las subject areas: Geology, Meteorology & atmospheric Sciences, Thermodynamics y Geography.....	183
<b>Figura 53.</b> Métodos en las subject areas: Public Administration, Biodiversity & Conservation, Social Sciences – Other Topics y Forestry.....	184

**Figura 54.** Métodos en las subject areas: International Relations, Material Science, Physical Geography y Transportation..... 185

**Figura 55.** Métodos en las subject areas: Agriculture, Mathematics, Mechanics, Operations research & Management Science, Physics y Public, Environmental & Occupational Health. .... 186

**Figura 56.** Métodos en las subject areas: Computer Science, Fisheries, Development Studies, Archaeology, Art y Chemistry..... 187

**Figura 57.** Métodos en las subject areas: Spectroscopy, Oceanography, Marine & Freshwater Biology, Biotechnology & Applied Microbiology, Construction & Building Technology, Health Care Sciences & Services, Education & Educational Research y Pharmacology & Pharmacy..... 188



## INTRODUCCIÓN

Un primer esbozo de la tabla Input-Output (IO) fue descrito en 1758 por el economista François Quesnay a la que denominó *Tableau économique*. En 1874 Léon Walras a través de la mecánica newtoniana desarrolló la teoría del equilibrio general. Posteriormente, Wassily Leontief (1906-1999), basándose en lo mencionado introdujo el álgebra matricial a la solución de problemas de equilibrio general, es así que en 1936 presentó “Quantitative input-output economic relations in the economic system of the United States”, en donde analizó empíricamente la economía norteamericana y formalizó su estructura productiva y las relaciones intersectoriales en un modelo estático (Leontief, 1936). A este sistema de interconexiones se lo conoce como modelo IO, en la segunda guerra mundial el gobierno de los Estados Unidos se preguntó ¿Qué efectos tendría la disminución del gasto militar? En aquella época todos los gastos se determinaban de forma endógena. Para responder a esta pregunta, Leontief discurrió un conjunto de demandas finales fuera del sistema de relaciones interindustriales (Kohli, 2001). A partir de la publicación de “The structure of the American Economy, 1919-1929” comenzaron a desarrollarse modelos de carácter dinámico (Leontief, 1941). Además, la demanda final pasó a considerarse como una variable exógena en el sentido de que está abierto a fuentes de gastos exógenos (Leontief, 1944), esto llevó a mejorar el modelo desde la perspectiva de política económica ya que se puede aplicar simulación y evaluación de impactos para la economía como también predicciones a través de algoritmos y técnicas (modelización del cambio estructural, ajustes y proyecciones).

En la actualidad los marcos contables IO engloban diferentes tipos de tablas, entre las que se diferencian dos formatos: el rectangular y el simétrico. En el formato rectangular se tiene la tabla de origen y la tabla de destino, expresadas en productos (filas) por ramas de actividad (columnas). La tabla de origen indica la procedencia de los distintos productos y la tabla de destino indica el uso –intermedio o final– de los

distintos productos. Así, a partir de las tablas de origen y destino se construye la tabla IO simétrica en base a ciertos supuestos, por lo que se cuantifican los flujos productivos entre ramas hipotéticas que producen bienes y servicios homogéneos (Pereira López, 2006). Otro aspecto relevante es la valoración de los flujos, bien sea a precios básicos o a precios de adquisición. De ahí que la información de determinados impuestos y los márgenes de distribución (comercio y transporte) sea esencial. A efectos de modelización económica, se pueden trabajar con los dos formatos mencionados. En lo que se refiere a estudios IO estándar, tal como el cálculo de multiplicadores o análisis de descomposición estructural (SDA), se amparan en la tabla simétrica.

En la Tabla 1, se aprecia la tabla IO simétrica –de forma simplificada– producto por producto a precios básicos. Esta consiste en un sistema de ecuaciones lineales en donde cada una de las cuales describe la distribución de las ramas tanto productivas como las de demanda en una determinada economía.

A partir de estos marcos contables básicos se han desarrollado múltiples variantes que constituyen lo que se denomina –en sentido amplio– metodología IO. En un breve período temporal han sucedido numerosas aportaciones que han ido dotando a dicha metodología de una enorme versatilidad. En el plano territorial, el modelo regional IO estático surge con los estudios de Isard, en donde se observan los flujos comerciales entre cada par de regiones e industrias, que es conocido como el modelo Inter-Regional Input-Output (IRIO) (Isard, 1951). Para observar la dinámica de los flujos comerciales entre las regiones italianas, Chenery (1953) empleó el modelo Multi-Regional Input-Output (MRIO). Este modelo se caracteriza por describir exhaustivamente los flujos y los vínculos económicos entre las industrias de varias regiones. A continuación, Moses (1955) aplicó el MRIO a la economía americana.

Tabla 1. Tabla IO simplificada producto por producto a precios básicos.

		Productos		Total gasto en consumo final			Formación bruta de capital		Exportaciones	Total demanda final	Output	
		1 ... j ... n	Total demanda intermedia	Gasto en consumo final de los hogares	Gasto en consumo final de las instituciones privadas sin fines de lucro	Gasto en consumo final de las Administraciones Públicas	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias y adquisiciones menos cesiones de objetos valiosos				
Productos	1 ⋮ i ⋮ n	Consumos intermedios de productos domésticos		Uso final de productos domésticos								
	Total											
	Importaciones	Consumos intermedios de productos importados		Uso final de productos importados								
	Impuestos netos sobre los productos	Impuestos netos sobre los productos		Impuestos netos sobre los productos								
	Total a precios de adquisición											
VAB	Remuneración a los asalariados Otros impuestos netos sobre la producción Excedente de explotación bruto/Renta mixta	Valor añadido bruto										
	VAB											
	Total Input											

Fuente: elaboración propia basado en el Handbook on supply, use and input-output tables with extensions and applications (Mahajan et al. 2018).

Matemáticamente, Sherman y Morrison (1950) identificaron los cambios experimentados por la variación de un elemento de la matriz original en la inversa de Leontief y de esta forma proporcionaron las bases a Evans (1954) para realizar el estudio de los “coeficientes importantes”. Leontief (1970) explicó cómo se pueden incorporar las “externalidades” al modelo IO y, a través de cálculos convencionales, dar respuestas a problemas provocados por los efectos medioambientales, que son de carácter indeseable y atribuidos al crecimiento económico descontrolado. En el mismo período, Vaccara (1970) se centró en los coeficientes técnicos para explicar los cambios estructurales ante los impactos derivados por los cambios tecnológicos, cambios en los precios, cambios en la demanda final, etc.

Otros autores continuaron con los análisis de sensibilidad de los coeficientes importantes, tales como Jílek (1971); Jensen y West (1980); West (1982); Schintke y Stäglin (1988). Continuamente, Sonis y Hewings (1992) acuñaron el concepto de “campo de influencia”. Este concepto permite evaluar los efectos acumulativos ante un cambio en los coeficientes en todos los componentes de la inversa de Leontief y, de esta manera, identificar aquellos coeficientes que tendrán el mayor impacto en el resto de la economía.

También se estudiaron los errores sobre la matriz de coeficientes y sus repercusiones sobre la inversa de Leontief. Así, uno de los precursores fue Quandt (1958, 1959). Partiendo de la idea de que los errores son normalmente distribuidos para encontrar la solución del sistema de Leontief, recurrió a un gran número de experimentos de muestreo. Estos experimentos se basaban en asignar probabilidades a los errores en las distintas distribuciones. En cambio, el estudio de Simonovits se focalizó en el valor esperado de inversa de Leontief, para esto supuso que los coeficientes son totalmente independientes estocásticamente. Mediante este supuesto, empleado para una matriz dos por dos, demostró que *“si las dos sumas de A son menores que 1, los elementos diagonales de la inversa de Leontief están subestimados y los elementos no diagonales están sobreestimados”* (Simonovits, 1975). Después, Lahiri (1983) demostró que el vector de la producción –en un sistema IO no lineal– se sobrestima cuando el vector de la demanda final es estocástico. Dietzenbacher (1988) estudió las

distancias entre la matriz real y la estimada de la inversa de Leontief, llegando a afirmar que si existe un error positivo también existirá otro negativo; es decir, siempre hay al menos dos filas y una columna de este tipo cuando los errores son simétricamente estocásticos.

En relación al comportamiento de los coeficientes, Songling y Gould (1991) calcularon el multiplicador y el output potencial. El primero mide la influencia que ejercen los elementos de  $A$  en los elementos de la inversa de Leontief. Mientras que el segundo evalúa la influencia de los cambios en  $A$  en el vector de la producción, fijando el vector de demanda final. Con el output potencial variando ligeramente la demanda final se puede calcular la sensibilidad de la producción debido a cambios tecnológicos.

Siebe (1996) identificó las transacciones que repercuten en la producción sectorial. Dado que una variación en la transacción provoca un cambio en el vector de la producción, propuso seleccionar la máxima desviación generada en un sector o la suma de las distancias de todos los sectores para capturar estos cambios.

En otras ocasiones es interesante identificar los cambios en la producción; es decir, si existen cambios significativos en la estructura de la tabla IO en diferentes periodos de tiempo, el Análisis de Descomposición Estructural (SDA) permite separar los efectos entre los factores exógenos (cambios en la demanda) o estructurales (cambios en la tecnología). Forssell (1989) aplica la técnica de descomposición a la economía finlandesa e identifica los cambios provocados por el crecimiento económico. Además, para cada incremento en la producción consigue diferenciar los efectos de la demanda final doméstica, exportaciones e importaciones. Mientras que para la economía austriaca Skolka (1989) observó que los cambios en la producción fueron originados por los cambios en la demanda intermedia y por el comercio internacional, por otro lado los cambios en el empleo fueron causados por la demanda final doméstica y también por la demanda intermedia. Para el caso de Canadá, Fujimagari (1989) se basó en el estudio del caso americano realizado por Feldman et al. (1987). Ambos estudios llegan a la conclusión de que los cambios en la producción son atribuibles a los cambios en la demanda final y que los impactos en los coeficientes técnicos son relativamente importantes en

los sectores en declive y en aquellos de crecimiento elevado. Sin embargo, en el caso canadiense se detectó que los coeficientes técnicos son más representativos en los sectores en declive y menos en los sectores de más rápido crecimiento, a su vez los coeficientes técnicos a lo largo del tiempo han involucrado a una mayor cantidad de sectores especialmente en aquellos sectores donde la producción ha decrecido. Duchin y Lange (1992) analizaron los cambios de la tecnología y los precios de los factores de la economía americana. Esto les proporcionó un marco conceptual para examinar aspectos relacionados entre la tecnología, precios, producción, ingresos y gastos. Dewhurst (1993) admitió como requisito el hecho de conocer las matrices de importación de la economía escocesa en los distintos periodos. Esto le sirvió para observar los cambios en los flujos de las transacciones intermedias. A través de estos cambios identificó los efectos del comercio internacional y regional. Existe una extensa literatura relacionada con el SDA. Esta metodología se ha aplicado en diversos estudios empíricos como por ejemplo en la productividad laboral (Erik Dietzenbacher et al., 2000; Wolff, 1985, 1994), y, principalmente, en el consumo energético, emisión de CO<sub>2</sub> y otros temas medioambientales (Casler y Rose, 1998; Chen y Wu, 1994; Han y Lakshmanan, 1994; Jacobsen, 2000; Mukhopadhyay y Chakraborty, 1999). También han sido numerosas las propuestas de avances en el planteamiento teórico del modelo (Chen y Wu, 2008; E. Dietzenbacher y Los, 1998; Rose y Casler, 1996; Sonis et al., 1996; Wang et al., 2014).

Ahora bien, la metodología IO se podrá aplicar siempre y cuando existan los marcos contables. En ausencia de estos, se tienen que dar ciertas condiciones para lograr proyecciones aceptables. Por lo general, se dispone de cuentas económicas para un determinado territorio, que se empleará como referencia. A su vez, para los sub-territorios (fruto de la desagregación) existen datos de ciertas magnitudes básicas (producción de la industria, empleo o valor añadido bruto) que coinciden con el mismo año y con la misma desagregación sectorial. A nivel local, regional o nacional, se acostumbra a generar una tabla IO a partir de un nivel territorial superior con ciertos datos disponibles. Para ello se utilizan diferentes métodos *non-survey* (Morrison y Smith, 1974; Schaffer y Chu, 1969; Bonfiglio y Chelli, 2008). Dentro de estas

técnicas, se encuentran los cocientes de localización (LQs). Esta herramienta se emplea, por sí sola o en combinación con otras, para ejecutar proyecciones de marcos contables a nivel sub-territorial a partir de información básica.

Los LQs más frecuentes son Cociente de Localización Simple (SLQ), Cociente de Localización Interindustrial (CILQ), Cociente de Localización semi-logarítmico de Round (RLQ), Cociente de Localización de Flegg (FLQ) y su versión aumentada (AFLQ). Basándose en el CILQ y RLQ, surgió la fórmula FLQ. En ella el tamaño relativo de la región (sub-territorio) es una pieza clave regulada mediante el valor de un parámetro. Un factor de complicación es la necesidad de especificar el valor de dicho parámetro. El supuesto es que la tecnología regional y nacional deben de ser idénticas (Flegg et al., 1995). Posteriormente, se presentó AFLQ, que incorpora una medida de especialización regional. El diseño de estas dos fórmulas parte de la idea de que los sectores regionales especializados tienen una menor propensión a importar desde el extranjero que sus homólogos nacionales. En este sentido, la aglomeración regional podría conducir a un reemplazo de bienes extranjeros con los producidos por firmas locales (Flegg y Webber, 2000).

Diferentes estudios indicaban que los LQs son un avance en la generación de las tablas IO (Flegg y Webber 1997, 2000; Flegg et al., 1995). Así, es fundamental decidir qué formulación de LQs se utilizará, bien sea por sí sola o bien sea complementada con técnicas de ajuste (Lamonica et al., 2020). No está claro cuál de los LQ es el que aporta los mejores resultados, de hecho, algunas investigaciones (Bonfiglio y Chelli, 2008; Jahn et al., 2020) muestran la prevalencia de FLQ y AFLQ, mientras que otras (Zhao y Choi, 2015; Lamonica y Chelli, 2018) están a favor del uso de otros cocientes. A su vez, no deben olvidarse otras técnicas que coexisten con los LQs, como el *Commodity Balance* o una de sus variantes, el *Cross-Hauling Adjusted Regionalization Method* (Isard, 1953; Kronenberg, 2009; Flegg y Tohmo, 2013). De hecho, constan críticas acerca del empleo de los LQs dado que no son capaces de cuantificar el *cross-hauling*, Kronenberg (2009). A partir de ahí, han surgido numerosos estudios que se retroalimentan en la búsqueda de un parámetro desconocido y que

puede aportar resultados sesgados (Flegg y Tohmo, 2013b) (Kowalewski, 2015). Lampiris et al. (2019).

Esta tesis doctoral trata de explotar otras formulaciones LQ distintas a las planteadas por Flegg. Además, se proponen ciertos refinamientos de las fórmulas existentes con la meta de mermar sesgos estimativos.



## PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Cualquier investigación debe llevar asociadas, bien sea de forma explícita o bien sea de forma implícita, ciertas preguntas. En esta probablemente coexistan preguntas de distinta índole, pero se trata de extraer las más relevantes. Por lo tanto, las dos principales preguntas a responder son las siguientes:

- ¿Qué enfoque LQ es el más apropiado para las proyecciones de las tablas IO sub-territoriales?
- ¿Será oportuno continuar en la búsqueda de cocientes de localización más complicados o, por la contra, es aconsejable revisar las fórmulas iniciales para explotarlas de una forma eficiente?

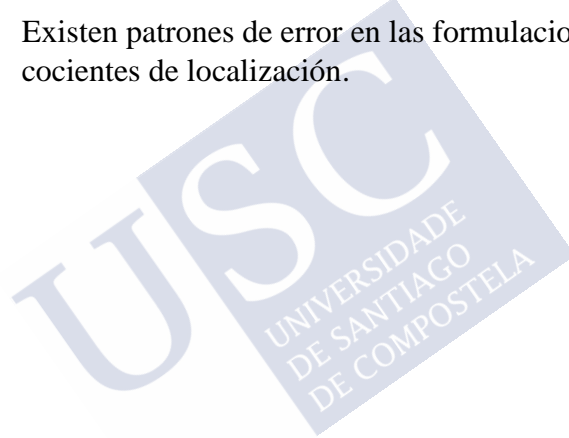
La primera pregunta es relativamente fácil de responder y está exenta de polémica, solamente se trata de ejecutar múltiples contrastes y elaborar un ranking de los distintos métodos LQ. Ahora bien, la segunda pregunta entraña cierta polémica dado que pone en cuestión la construcción de las formulaciones LQ más empleadas en la actualidad. El tamaño regional de la producción o empleo es una pieza fundamental en las técnicas FLQ y AFLQ. Por lo que hay que ver si ese rol le corresponde realmente o, por la contra, su sensibilidad conlleva problemas estimativos. Además, todo indica que el dilema entre la simplificación o la complejidad de las fórmulas desvela ineficiencias en las proyecciones IO que deben ser corregidas.



## HIPÓTESIS PRINCIPALES

Considerando las preguntas de investigación anteriormente mencionadas, se consideran las siguientes hipótesis de carácter primordial:

- Las proyecciones IO mediante el método bidimensional LQ logran mejores aproximaciones a la tabla real respecto a las formulaciones antecesoras.
- Existen patrones de error en las formulaciones de los cocientes de localización.





## OBJETIVOS

Para alcanzar los propósitos marcados se deben cumplir diversos objetivos individuales. De modo esquemático se indica la estructura por capítulos y objetivos individuales:

**Capítulo 1.** El objetivo del primer capítulo es localizar los artículos que han empleado el Análisis Input-Output (IOA) en los espacios geográficos locales en distintas áreas temáticas de investigación y ver su relación con otros métodos. Con vistas a lograr dicho objetivo, se utilizó la base de datos Web of Science (WoS) de 1975-2018. Los artículos fueron clasificados según su unidad de análisis en ciudades, comunidades, condados, municipalidades y provincias. Se utilizaron como herramientas el software estadístico *R* y los paquetes *bibliometrix*, *igraph*, *ggplot*, etc. En este estudio se identifican las brechas y tendencias en la producción científica y se consideran los autores y sus artículos más relevantes y el posicionamiento de las revistas, así como la red de colaboración entre países e instituciones. También se estudian las relaciones entre las *keywords* de los autores, las áreas temáticas de investigación y, sobre todo, el IOA y su relación con otros métodos. En definitiva, este capítulo está orientado a coadyuvar a los investigadores a conocer como el IOA se complementa o coexiste con otros métodos en cada área temática de investigación

**Capítulo 2.** La generación, o proyección, de tablas IO a nivel sub-territorial mediante técnicas *non-survey* es una tarea habitual, por lo menos para los analistas económicos. Bajo la denominación de técnicas *non-survey* se encuentran distintas alternativas metodológicas, bien sea aplicadas de forma aislada o bien sea de forma armonizada, que tratan de estimar marcos contables sobre los que extraer resultados que en principio contribuyen a un desarrollo óptimo de una comunidad autónoma, provincia, o incluso una comarca. Probablemente los LQs sean la metodología más empleada. En efecto, sus formulaciones deben convivir con una escasez de datos desagregados, todo ello con vistas a obtener matrices sobre las que a continuación se deberían ejecutar ajustes. El objetivo de este capítulo es tratar de vislumbrar la ventaja de

usar fórmulas LQ simples y acto seguido aplicar algoritmos o, por la contra, avanzar en el diseño de fórmulas LQ más eficientes que por sí solas aporten estimaciones aceptables.

**Capítulo 3.** El objetivo de este capítulo es reivindicar un uso rectificado del Cross-Industry Location Quotient (CILQ), de tal modo que los grados de especialización sectoriales a dicho nivel actuarán como piezas clave en las proyecciones espaciales. Indirectamente, se trata de comprobar hasta qué punto los CILQ están bien explotados, dado que son la referencia fundamental en otras técnicas. A efectos de análisis, se toman como referencia las tablas IO del Área Euro 19 para los años 2010 y 2015. Se recurre a un estadístico para medir el grado de similitud entre los marcos contables de diez países de dicha área y sus proyecciones mediante el CILQ, la fórmula de Flegg, su versión aumentada y la variante del CILQ.

**Capítulo 4.** Este capítulo analiza el desempeño de la formulación 2D-LQ, a efectos de análisis, se toman como referencia las tablas IO del Área Euro 19 para los años 2010 y 2015, y se emplean cinco estadísticos para medir el grado de similitud entre las matrices reales de coeficientes domésticos de diez países (en concreto, Alemania, Austria, Bélgica, Eslovenia, Eslovaquia, España, Estonia, Francia, Italia y Letonia) y las matrices generadas de los mismos mediante las técnicas *non-survey* CILQ, FLQ, AFLQ y 2D-LQ. El objetivo de este capítulo es observar la eficiencia de cada método LQ a la hora de proyectar tablas IO sub-territoriales.

**Capítulo 5.** En este capítulo se comparan las fórmulas LQ con un perfeccionamiento contrastado –respecto de sus antecesoras– para confirmar su grado de aproximación celda a celda. Hasta el momento no fueron evadidas las subestimaciones obtenidas por esta vía. De ahí que se pretende investigar posibles modificaciones a introducir en las fórmulas para que rectifiquen coeficientes al alza. A efectos prácticos, se ilustrarán gráficamente algunas proyecciones matriciales que serán de utilidad para mostrar patrones (de error) que reivindiquen cambios en las técnicas LQs.

## METODOLOGÍA

### ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: ÍNDICES Y SOFTWARE

Dado que no es posible evaluar con precisión la calidad de las publicaciones, existen índices que permiten cuantificar relativamente el impacto de una publicación en la comunidad científica. Los índices más conocidos son los índices  $h$ ,  $g$  y  $m$ . Según el físico Hirsch: “Un científico tiene un índice  $h$  si  $h$  de sus  $N_p$  trabajos tienen al menos  $h$  citas cada uno y los otros  $(N_p - h)$  trabajos tienen  $\leq h$  citas cada uno” (Hirsch, 2005). Para Egghe, el índice  $h$  sobreestima los artículos más citados, pero no tiene en cuenta los trabajos con un bajo número de citas; es decir, los trabajos por debajo del valor  $h$ . Por eso propone el índice  $g$ , en el que “el índice  $g$  es el mayor rango (en que los artículos se ordenan de forma decreciente según el número de citas que han recibido) tal que los primeros  $g$  artículos tienen juntos al menos  $g^2$  citas”. Egghe afirma además que “ $g \geq h$  y que  $g$  siempre existe de forma única” (Egghe, 2006). El índice  $h$  tiende a aumentar a lo largo de la carrera científica del investigador, pero tiene un inconveniente: penaliza a los investigadores jóvenes; el índice  $m$  compensa este defecto, es decir, tiene en cuenta el primer año de publicación y asume la actividad ininterrumpida del investigador

$$m_{index} = \frac{h_{index}}{(\text{año actual} - \text{primer año de publicación})} \quad (1)$$

Para obtener la mayor información concerniente a los *Journals* se descargó de Clarivate Analytics el *Incites Journal Citation Reports* para el año 2018 y se obtuvieron los siguientes indicadores: *Journal Impact Factor* (JIF), consistente en medir el número medio de citas de una revista en relación con su número de publicaciones. El *Impact Factor without Journal Self Cites* (IFWJSC) es una variación del indicador JIF, eliminando las autocitas de la revista. El *Cited Half-life* (CHL) y el

*Citing Half-life* (Cing.HL) consisten en medir la edad media del 50 % de los artículos de la revista citados por otros, y en medir la edad media del 50 % de los artículos de la revista citados por ella misma, respectivamente. El *Eigenfactor Score* (ES) incluye todas las apreciaciones presentes en los indicadores anteriormente comentados, como eliminar las autocitas, tener en cuenta la edad de los artículos, y aportar un mayor valor a las revistas con una mayor cantidad de citas.

En la actualidad, existen programas que permiten realizar análisis bibliométrico tales como: CiteSpace (C. Chen, 2006), Gephi (Bastian et al., 2009), VOSviewer (van Eck y Waltman, 2010), Pajek (De Nooy et al., 2018), Bibexcel (Persson et al., 2009), HistCite (Garfield, 2009), CitNetExplorer (van Eck y Waltman, 2014), SciMAT (Cobo et al., 2012) y el software estadístico *R* a través del *R*-package Bibliometrix (Aria y Cuccurullo, 2017). El presente estudio utilizó este último software en su versión *R*: 3.6.3 para la extracción general de la información, el análisis de los datos y la representación gráfica.

En relación a las visualizaciones de las agregaciones de los países, las instituciones, los *keywords*, y las áreas temáticas de investigación y cómo estas están relacionadas con los métodos, se procedió a identificar los clústeres, con este propósito se recurrió al algoritmo *fast greedy* en *R*, que permite encontrar subgrupos densamente relacionados a través de la optimización directa de una puntuación de modularidad (Newman y Girvan, 2004).

## PROYECCIONES ESPACIALES INPUT-OUTPUT: COCIENTES DE LOCALIZACIÓN

La metodología IO se utiliza de forma frecuente para la evaluación del efecto provocado, sobre una determinada economía, por los cambios en las variables que le son exógenas. En efecto, cuando se ocasionan cambios exógenos en cualquier elemento de la demanda agregada –se admite que los cambios que se produzcan a corto plazo– se usa generalmente la expresión “análisis de impacto”. Los estudios de impacto económico sirven para cuantificar el efecto y los beneficios sobre la economía y el empleo de cualquier actividad susceptible de provocar un impacto socioeconómico.

El modelo de Leontief se construye a partir de la relación contable, que especifica que la producción total (output) de una economía debe ser igual a la demanda intermedia y final:

$$x = X i + y, \quad (2)$$

donde  $X$  es una matriz cuadrada de orden  $n$  que representa los flujos interindustriales de una economía,  $i$  es un vector columna de  $n$  elementos unitarios,  $x$  es el vector que representa la producción total (output) e  $y$  es el vector de la demanda final (neta de importaciones).

Los coeficientes técnicos se definen como:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}, \quad (3)$$

donde  $x_{ij}$  es las ventas totales del sector  $i$  al sector  $j$  (o el consumo intermedio del sector  $i$  por el sector  $j$ ), mientras que  $x_j$  representa la producción total del sector  $j$ . El coeficiente técnico  $a_{ij}$  mide la cantidad de producto  $i$  que necesita el sector  $j$  para producir una unidad de producto. Por tanto, la matriz de coeficientes técnicos,  $A$ , tiene un tamaño de  $n \times n$ , donde  $n$  es el número de sectores (ramas) de actividad de la economía. Dado que los flujos pueden ser de procedencia doméstica ( $d$ ) o importada ( $m$ ),  $x_{ij} = x_{ij}^d + x_{ij}^m$ , es posible desagregar los coeficientes técnicos  $a_{ij} = a_{ij}^d + a_{ij}^m$ .

Utilizando estos coeficientes, es posible construir un modelo básico de demanda para obtener la producción.

$$x = Ax + y, \quad (4)$$

de modo que:

$$x = (I - A)^{-1} y, \quad (5)$$

donde  $(I - A)^{-1}$  es la llamada matriz inversa de Leontief, que es, junto con  $A$ , la herramienta estadística básica utilizada en el desarrollo de los modelos IO.

A partir del desarrollo anterior, se ve que es fundamental tener información contable para una economía objeto de análisis, aunque no siempre es así.

La principal ventaja de los LQs es que permite de una forma sencilla y con información disponible casi en tiempo real cuantificar la proporción de requerimientos regionales para un determinado sector en una región específica. Ahora bien, las proyecciones pueden afectar a los flujos intermedios, a los coeficientes  $e$ , incluso, a los multiplicadores. En este caso, se focalizará la atención sobre los coeficientes técnicos. Aquí se mencionan los LQ más usuales que destacan por su simplicidad, aun sabiendo que existen otras variantes –también básicas– o generalizaciones más complicadas

Jensen, Mandeville y Karunaratne (2017) admite que los coeficientes técnicos regionales  $(a_{ij}^R)$  se corresponden con rectificaciones de los coeficientes nacionales  $(a_{ij}^N)$  por medio de un efecto multiplicativo:

$$a_{ij}^R = a_{ij}^N LQ_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

Los subíndices  $i$  y  $j$  hacen referencia a los sectores suministradores y compradores, de forma respectiva. Por lo demás,  $a_{ij}^R$  se define como la cantidad regional de input  $i$  que se necesita para producir una unidad del producto  $j$  y el factor genérico  $LQ_{ij}$  está asociado a la participación de la correspondiente industria dentro del comercio regional.

A los coeficientes técnicos regionales se les impone una restricción, dada por el siguiente criterio:

$$\begin{aligned} a_{ij}^R &= a_{ij}^N LQ_{ij}, & \text{si } LQ_{ij} < 1 \\ a_{ij}^R &= a_{ij}^N, & \text{si } LQ_{ij} \geq 1 \end{aligned} \quad (7)$$

Por lo tanto, si la región es autosuficiente el coeficiente regional es exactamente al relativo a la matriz de consumos intermedios nacional. En cambio, si la región es importadora neta el coeficiente regional será inferior al nacional (Miller y Blair, 2009).

Como formulación más elemental se encuentra el SLQ, que compara el peso relativo de una cierta magnitud sectorial de un sub-territorio con su peso relativo en el territorio. Analíticamente,

$$SLQ_i = \frac{x_i^R / x^R}{x_i^N / x^N} = \frac{x_i^R / x_i^N}{x^R / x^N} = \frac{wx_i^R}{wx^R} \quad (8)$$

donde  $x_i^R$  es la producción (por ejemplo) del sector  $i$  en la región R,  $x^R$  es la producción de la región R,  $x_i^N$  es la producción del sector  $i$  en todo el país (N) y  $x^N$  es la producción del país. Por lo tanto,  $wx_i^R$  representa el peso de la producción del sector  $i$  de la región R en la producción del sector  $i$  de la economía total; y  $wx^R$  corresponde a la participación de la producción de la región R en la producción total del país. De algún modo, este LQ indica si el sector puede ser autosuficiente o exportador, o si el sector importa del resto de las regiones. Sin embargo, no tiene en cuenta la importancia del sector comprador.

El Cociente de Localización Interindustrial (CILQ) considera la importancia relativa de la industria proveedora con respecto a la industria compradora, como se muestra a continuación:

$$CILQ_{ij} = \frac{SLQ_i}{SLQ_j} = \frac{wx_i^R}{wx_j^R}, \quad (9)$$

donde el subíndice  $j$  se refiere a los sectores de compra.

Dado que la anterior formulación excluye –por simplificación– el tamaño de la región en el proceso, Flegg y Webber (1997), propusieron el método FLQ, que se define de la siguiente manera:

$$FLQ_{ij} = CILQ_{ij} \cdot \left[ \log_2 \left( 1 + \frac{x^R}{x^N} \right) \right]^\delta, 0 \leq \delta < 1. \quad (10)$$

El efecto del tamaño de la región normalmente se abrevia como:

$$\lambda = \left[ \log_2 \left( 1 + \frac{x^R}{x^N} \right) \right]^\delta. \quad (11)$$

En esta expresión, el parámetro  $\delta$  es un coeficiente asociado a las importaciones interregionales y luego,  $\lambda$  funciona como elemento corrector del CILQ. Para  $\delta$  igual a 0 implica que  $\lambda$  vale 1, esto conlleva que FLQ es igual a CILQ dado que desaparece el tamaño regional. Siguiendo el procedimiento estándar, los coeficientes técnicos regionales  $a_{ij}^R$  son resultado de ejercer rectificaciones sobre los coeficientes nacionales  $a_{ij}^N$ , en concreto:

$$\begin{aligned} a_{ij}^R &= a_{ij}^N FLQ_{ij} & \text{si } FLQ_{ij} \leq 1 \\ a_{ij}^R &= a_{ij}^N & \text{si } FLQ_{ij} > 1 \end{aligned} \quad (12)$$

McCann y Dewhurst (1998), advirtieron que FLQ no trata de forma apropiada aquellos escenarios en los que las industrias regionales posean mayores grados de especialización que las industrias nacionales. Después, Flegg y Webber (2000), ejecutan rectificaciones (suavizados semi-logarítmicos) por columnas para aquellos sectores compradores especializados. Dando lugar al FLQ modificado (AFLQ):

$$AFLQ_{ij} = \begin{cases} FLQ_{ij} \cdot \log_2(1 + SLQ_j) & \text{si } SLQ_j > 1 \\ FLQ_{ij} & \text{si } SLQ_j \leq 1 \end{cases} \quad (13)$$

de tal modo que una mayor especialización sectorial conlleva un aumento del coeficiente  $y$ , en consecuencia, una reducción de las importaciones.

Para un mayor detalle, se pueden consultar, entre otros, a Schaffer y Chu (1969); Morrison y Smith (1974); Round (1978); Flegg y Webber (1997, 2000) y Miller y Blair (2009).

## ESTADÍSTICOS DE BONDAD DE AJUSTE

Con la finalidad de observar cuál es el enfoque LQ más apropiado para ejecutar las proyecciones de las tablas IO sub-territoriales se emplearán diversos estadísticos para medir el grado de similitud entre las matrices estimadas y las reales. En concreto, los estadísticos a utilizar son Standardized Total Percentage Error (STPE), Mean Absolute Difference (MAD), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Standard Deviation of the Mean Absolute Difference (SD-MAD) y Theil's index ( $U$ ). Las fórmulas de estos estadísticos se muestran a continuación.

$$STPE = 100 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |\tilde{a}_{ij}^R - a_{ij}^R| / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^R \quad (14)$$

$$MAD = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |\tilde{a}_{ij}^R - a_{ij}^R| \quad (15)$$

$$MAPE = \frac{100}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |\tilde{a}_{ij}^R - a_{ij}^R| / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^R \quad (16)$$

$$SD - MAD = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (|\tilde{a}_{ij}^R - a_{ij}^R| - MAD)^2} \quad (17)$$

$$U = 100 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij}^R - \tilde{a}_{ij}^R)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij}^R)^2}} \quad (18)$$

Donde  $a_{ij}^R$  es el coeficiente real sub-territorial –habitualmente regional– y  $\tilde{a}_{ij}^R$  es el coeficiente estimado sub-territorial y  $n$  es el número de los productos/sectores.

El STPE es una medida de carácter global obtenida mediante las distancias –a través del valor absoluto– entre los coeficientes estimados y los reales, relativizada por la suma de los coeficientes reales (Jalili, 2000; Jackson y Murray, 2004; Bonfiglio, 2005; Flegg et al., 2016; Lampiris et al., 2019). MAD es una medida similar a la anterior, pero dividida por el número total de los elementos de la matriz (Morrison y Smith, 1974; Butterfield y Mules, 1980; Jackson y Murray, 2004; Bonfiglio, 2005; Bonfiglio y Chelli, 2008; Miller y Blair, 2009; Kowalewski, 2015; Wiebe y Lenzen, 2016; Lamonica y Chelli, 2018; Lampiris et al., 2019; Lamonica et al., 2020). MAPE prácticamente es la media de STPE (Oosterhaven et al., 2003; Mínguez et al., 2009; Miller y Blair, 2009; Lampiris et al., 2019; Flegg y Tohmo, 2019; Jahn et al., 2020). SD-MAD es la desviación estándar respecto a la media absoluta de las diferencias entre el coeficiente estimado y el coeficiente real (Lamonica y Chelli, 2018). Theil’s index es conocido como el índice de la desigualdad, estima la proporción de distancia global y cuando es igual a cero se logra un ajuste perfecto (Jalili, 2000; Lahr y Stevens, 2002; Jackson y Murray, 2004; Bonfiglio, 2005; Flegg y Tohmo, 2013; Kowalewski, 2015; Flegg et al., 2016; Flegg y Tohmo, 2019; Lampiris et al., 2019; Jahn et al., 2020).

Cabe señalar que tanto el STPE, MAD, MAPE, SD-MAD y Theil tienen una cota inferior en cero, estos estadísticos serán nulos si y sólo si  $\tilde{a}_{ij}^R = a_{ij}^R, \forall i$  y  $\forall j$ , cuanto menor sea el valor del estadístico mejor será la proyección, el inconveniente de los primeros cuatro estadísticos es que no están acotados superiormente, mientras que el índice Theil está acotado superiormente con el valor 1, debido que si es mayor que uno se debe rechazar la proyección, Theil al basarse en los errores al cuadrado tiene el efecto de dar más peso a los errores grandes, sean estos positivos o negativos (Bliemel, 1973). El MAD es más sensible al

tamaño de los elementos, respecto al STPE y MAPE (Valderas Jaramillo, 2015). En este estudio se contrastan las matrices elemento a elemento, a diferencia de muchos trabajos que se centran solamente en las sumas por filas o columnas, bien sean de la matriz de coeficientes o bien sean de la inversa de Leontief. Se entiende que trabajar con los vectores suma (por filas o columnas) es inexacto dado que fácilmente se pueden compensar errores.





## FUENTES DE DATOS

Para el análisis bibliométrico del capítulo uno se eligió la base científica Web of Science (WoS) del Institute for Scientific Information (ISI) ya que cada revista se somete a un riguroso proceso de evaluación antes de ser indexada (Hervas-Oliver et al., 2015); y sólo se tuvieron en cuenta los artículos escritos en inglés y los artículos indexados en el Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) y el Social Sciences Citation Index (SSCI).

En relación con los restantes capítulos, cabe indicar que los contrastes de los coeficientes estimados con los reales no es una tarea fácil para ciertas regiones o para pequeñas áreas, debido a escasez de datos obtenidos por vía *survey*, o incluso por la no homogeneización de la información a distinto nivel territorial, por ejemplo, países/regiones. En este caso, se decidió ejecutar los contrastes para los países del Área Euro 19 (EA-19). Para este propósito, primero se descargó desde Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/esa-supply-use-input-tables/data/database>) la base de datos que contiene las matrices simétricas de flujos domésticos y los flujos totales a precios básicos 64x64 productos por productos [naio\_10\_cp1700]. La mencionada base de datos se basa en el sistema de clasificación the European System of Accounts (ESA) 2010, específicamente en la Classification of Product by Activity (CPA) 2008 (véase el Anexo 1). Después, se optó por utilizar los outputs sectoriales, en vez del vector de empleo o de valor añadido bruto, porque según Flegg y Tohmo (2019).

“It should be noted that the SLQ and CILQ are defined in terms of output rather than the more usual employment. Using output is preferable to using a proxy such as employment because output figures are not distorted by differences in productivity across regions”.

En relación con el análisis de los capítulos tres y cuatro, se seleccionaron las tablas IO (2010 y 2015) de 10 países, mientras que, para el análisis del capítulo dos y cinco se filtraron las tablas IO del año

2015. Para el desarrollo del capítulo dos, se seleccionaron 12 países, a diferencia del capítulo tres y cuatro se adicionaron a Chipre y Portugal dado que se contaban con información disponible para el año 2015. Por lo concerniente al capítulo cinco es importante recalcar que los 4 países elegidos (Alemania, Austria, Bélgica y Francia) ostentan distinta dimensión productiva, lo cual es propicio para detectar posibles patrones comunes.

En la Figura 1 se observa que los diez países del año 2010 y los doce países del año 2015 representaban el 84,39%, y el 85,59% respectivamente de la producción del EA-19. La razón por la que no se estudian algunos países es porque o bien no disponen de tablas IO en los años analizados o bien mostraban datos confidenciales o provisionales. Por estos motivos los restantes países fueron excluidos.

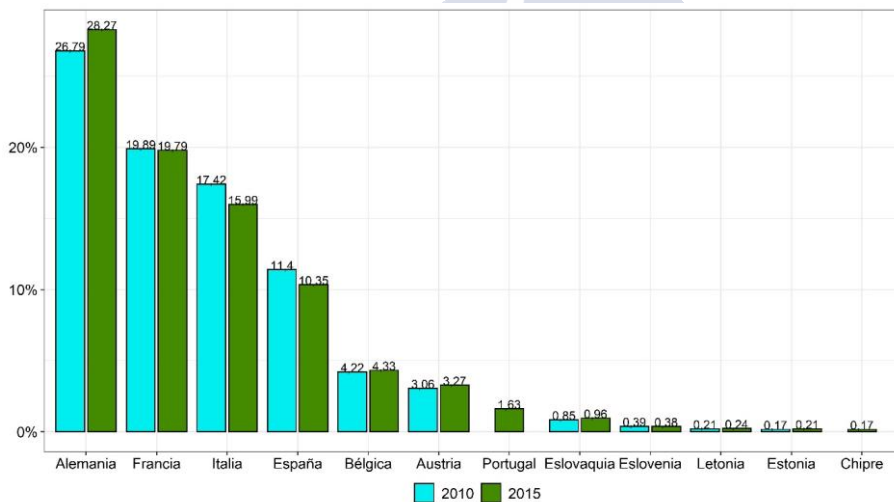


Figura 1. Participación de los países de la EA-19 sobre la producción total (2010-2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

# CAPÍTULO 1: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA DEL ANÁLISIS INPUT-OUTPUT Y SU RELACIÓN CON OTROS MÉTODOS POR ÁREAS TEMÁTICAS EN LOS SUB-TERRITORIOS

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Las técnicas matemáticas y estadísticas dan soporte a la bibliometría con la finalidad de explorar la estructura de las bases de datos, revelar asociaciones o patrones entre el conjunto de publicaciones y los elementos de información en los datos textuales (Hou et al., 2018). Mediante la actual tecnología de la ciencia de la información, un análisis bibliométrico puede extraer redes; para ello utiliza unidades de análisis (UA) tales como: autores, documentos, revistas y términos (Cobo et al., 2011) y con estas unidades se puede realizar el acoplamiento bibliográfico; es decir, identificar las conexiones de las referencias comunes. Esto se produce cuando dos documentos comparten una o más referencias. Además, se puede identificar la co-citación de los autores, documentos y revistas, mientras que la identificación de la co-ocurrencia de los autores se lleva a cabo a través de la lista de autores de un documento. Por otra parte, la co-ocurrencia de los países e instituciones se estudia a través de la afiliación de los autores, para esto se utiliza la lista de direcciones del documento; y, por último, se establece la co-ocurrencia de los términos que pueden ser extraídos del título, del resumen o del *corpus* de un documento. Estos términos pueden ser *keywords* (Leydesdorff y Vaughan, 2006; Moya-Anegón et al., 2004; Waltman et al., 2010) o también palabras de interés dentro de los documentos como, por ejemplo, las *subject areas* (áreas temáticas de investigación) (Martín-Martín et al., 2018, 2021; Sangwal, 2013). Es así que los conocimientos bibliométricos pueden facilitar la conexión entre los métodos y las teorías, así como indicar el desarrollo de formas de medición más refinadas (Chain et al., 2019). En la práctica

Pato y Teixeira (2016) identificaron las principales metodologías empíricas utilizadas en los veinte años de emprendimiento rural en el período 1996-2013; dichas metodologías empíricas fueron clasificadas en análisis cualitativo, modelos multivariantes y estadísticas descriptivas/exploratorias. Mientras que Li et al., (2020) identificaron el contenido técnico de las revisiones relacionadas con el método Lattice Boltzmann en el período 2009-2018. Así mismo, Chain et al. (2019) sistematizaron la literatura sobre los métodos y las medidas aplicados a los clústeres industriales para cumplir con este objetivo, y propusieron una nueva clasificación de los métodos de medición de conglomerados industriales compuesta por (1) métodos basados en matrices Input-Output (IO) y reducción de datos (estadística multivariante, análisis de redes o inteligencia artificial); (2) índices de primera generación (*Gini*, *Herfindhal*, *Location Quotient* y sus evoluciones); (3) índices de segunda generación (enfoque *dartboard* y sus evoluciones) y (4) métodos espaciales (estadística espacial y *Geographic Information Systems*).

En varios estudios bibliométricos se ha identificado el análisis input-output (IOA) como por ejemplo en el ámbito de Water footprint (WF) (Zhang y Zhou, 2019), en el ámbito de Carbon Footprint (CF), (Yang y Meng, 2020), en el comercio internacional (Tian et al., 2018), en la economía ecológica (Castro e Silva y Teixeira, 2011), en la huella ambiental (Martinez et al., 2019), en las cadenas globales de valor (Guan et al., 2020), en la medición de la sostenibilidad (Mura et al., 2018), etc.

El IOA también se ha utilizado dentro de la bibliometría para medir la influencia relativa de las revistas (Yu et al., 2017) y las interrelaciones entre los subcampos científicos y el subcampo de la física (Shen et al., 2016). En el primer caso se aplicó el modelo IO para cuantificar las interdependencias que existen en una determinada cohorte de revistas, mientras que el segundo caso se modificó el sistema para convertirlo en un análisis de carácter cerrado, centrado en los valores y vectores propios y en los efectos de la eliminación de un subcampo de una revista.

Por lo que concierne al análisis bibliométrico aplicado en sí al IOA, solamente se localizaron dos artículos. El primero, de Towa et al. (2020),

relaciona el IOA y la gestión de residuos. Para alcanzar este objetivo se categorizó el IO en cuatro modelos: en el primero se añadieron como cuentas satélites los datos sobre generación de residuos a un modelo convencional IO que se llamó *Waste Extended IO* (WEIO); el segundo modelo empleado fue el *Waste IO* (WIO) de Nakamura (1999); el tercer modelo utilizado fue el *Physical Input-Output* (PIO) y el modelo final categorizado fue el *Hybrid Input-Output* (HIO). Según Suh (2004) los modelos híbridos son una fusión de datos de procesos y de IO. El segundo artículo es el de Xie et al. (2018) y es propiamente un análisis bibliométrico aplicado al IOA en un intervalo de tiempo que va desde 1990 hasta 2017. En este estudio para descubrir el enfoque de investigación en cada uno de los artículos primero se hizo el acoplamiento bibliográfico fijando el umbral de 40 citas, de este proceso resultaron 277 artículos y sucesivamente se clasificaron los artículos en siete clústeres según su enfoque de investigación: (1) *Ecological network and ecological footprints*; (2) *Environmental impact, carbon footprint, multi-regional input-output model; hybrid life cycle assessment* (LCA); (3) *Carbon footprint, embodied emission and input-output analysis*; (4) *Structural decomposition analysis*; (5) *Emission inventory and carbon emission*; (6) *Environmental input-output and water footprint*; (7) *Industrial ecology and water pollutant*. En los artículos mencionados no se consideran las revisiones de la literatura sobre IO desde otras perspectivas. Por lo tanto, es importante hacer una revisión bibliométrica desde el punto de vista de las áreas y observar cómo está relacionado el IOA con otros métodos.

El presente capítulo está estructurado de la siguiente manera: después de la introducción, la sección 1.2 describe la fuente y el proceso de recopilación de los datos, en la sección 1.3 se presentan los resultados del análisis bibliométrico. Finalmente, las conclusiones se muestran en la sección 1.4.

## 1.2 FUENTES Y RECOPIACIÓN DE LOS DATOS

Se eligió la base científica Web of Science (WoS) del *Institute for Scientific Information* (ISI) ya que cada revista se somete a un riguroso proceso de evaluación antes de ser indexada (Hervas-Oliver et al., 2015). En el tipo de búsqueda *Topic* se utilizó la *query* propuesta por

Xie et al. (2018): (“input–output analysis” or “input–output model” or “input–output table” or “input–output technique\*” or “input–output method” or “IO model” or “IO analysis” or “IO table” or “IO technique\*” or “input–output framework” or “IO framework”). A la búsqueda, se añadieron las provincias, comunidades, municipios, condados, ciudades y parroquias (“provinc\*” or “communit\*” or “municipalit\*” or “county” or “city” or “town” or “parish”); y sólo se tuvieron en cuenta los artículos escritos en inglés y los artículos indexados en el *Science Citation Index Expanded* (SCI-EXPANDED) y el *Social Sciences Citation Index* (SSCI). La búsqueda se realizó el 12 de agosto de 2019 y fueron seleccionados, como fecha límite, los artículos publicados hasta el 2018.

En la Figura 2 se observa el proceso de recopilación de datos. Este proceso se ejecutó en dos fases: la primera fase consistió en la descarga de los 652 artículos que, sucesivamente, fueron organizados con el gestor bibliográfico *Mendeley*. A medida que se iban leyendo los artículos se los clasificó en los siguientes términos: Título de documento (TI), Países analizados (CA), Unidad de Análisis (UA), Nombre del lugar (NP), Período de tiempo (TP) y Métodos (Ems). Debido a que no todos los artículos aplicaban IOA, se procedió a excluir los que no lo hacían; así, en muchos casos, el IOA se mencionaba en la introducción o en la sección de referencias, pero no se aplicaba; o, en otros casos, el IOA se ceñía a un solo país, o a varios países, pero no al contexto local, que es el objeto de este estudio. Por contexto local se entiende la UA, concretamente: Ciudad, Comunidad, Condado, Municipio, Provincia y Parroquia. Como resultado de esta fase se obtuvieron 326 artículos que se almacenaron en una base de datos.

En la segunda fase se exportó de WoS los metadatos de los 326 artículos que cumplían el criterio de filtrado en formato txt y sucesivamente se los transformó en una nueva base de datos a través del paquete *bibliometrix* con el software estadístico *R*. El paquete *bibliometrix* por construcción asigna automáticamente los términos que se aprecian en la estructura de la segunda base de datos (Figura 2).

Por último, se fusionó la primera base de datos de la fase inicial con esta última para realizar el análisis bibliométrico y, en consecuencia, mostrar los correspondientes resultados.

# CAPÍTULO 1: Una revisión bibliométrica del análisis Input-Output y su relación ...

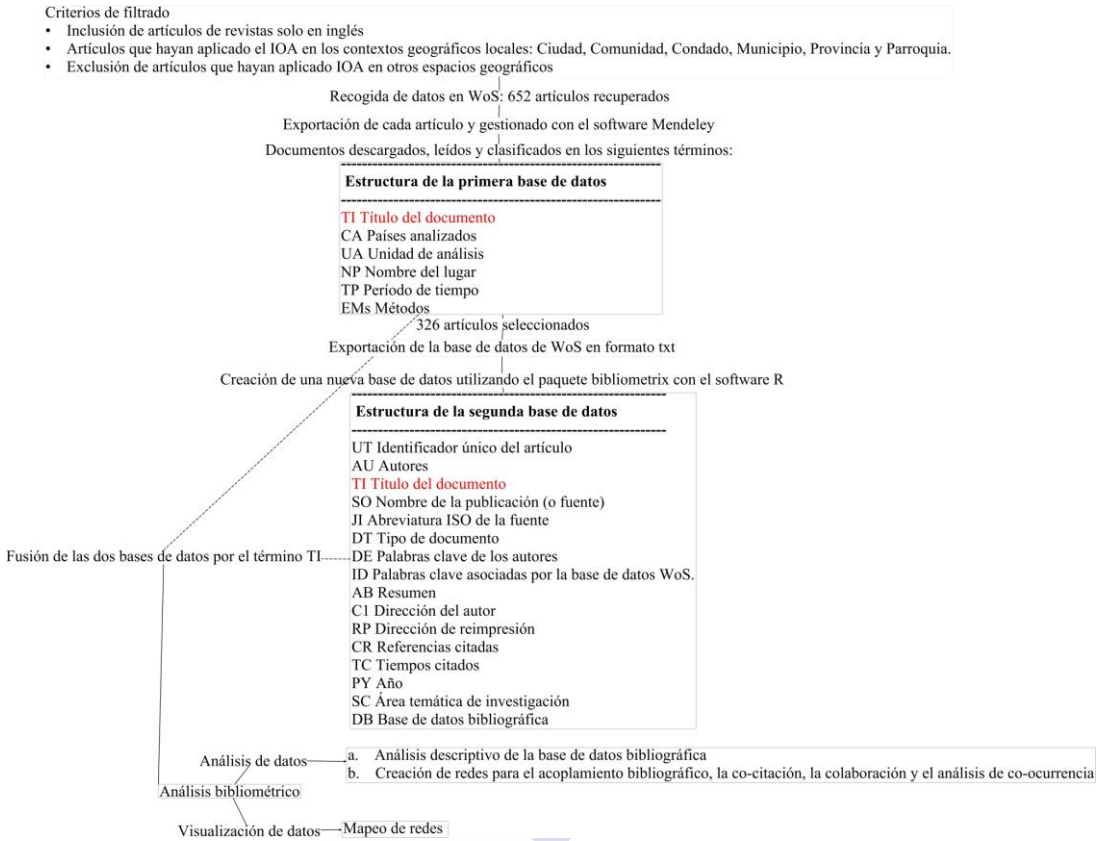


Figura 2. Proceso de recuperación de los datos.

Fuente: elaboración propia.

## 1.3 ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Los 326 artículos seleccionados se clasificaron según su UA. La clasificación se incluye en la Tabla 2. Las UA más estudiadas son Ciudad y Provincia, que en conjunto representan el 80,06%, mientras que los Municipios son las UA menos estudiadas, con el 3,37%; y no se encontraron artículos que incluyeran la UA Parroquia.

Tabla 2. Número de artículos publicados, 1975-2018.

Unidad de análisis	Número de artículos	Artículos (%)
--------------------	---------------------	---------------

City	88	26,99
Community	28	8,59
County	26	7,98
Municipality	11	3,37
Province	173	53,07
Total	326	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

La Figura 3 presenta la evolución del período seleccionado, que puede dividirse en tres etapas; la primera, que comprende el período 1975-2006, muestra un crecimiento constante, con una tasa media de publicación del 1,6% de artículos por año, mientras que la segunda etapa, que va de 2007 a 2012, muestra un ligero crecimiento, con una tasa media de publicación del 7,83% de artículos por año. La última etapa, que abarca el período 2013-2018, muestra un crecimiento considerable, con una tasa media de publicación del 42,5% de artículos por año.

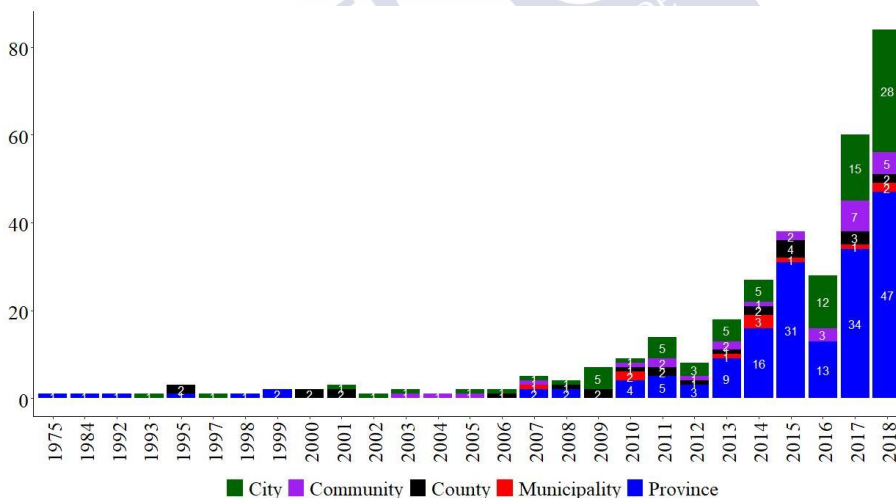


Figura 3. Producción científica anual relacionada con la unidad de análisis, 1975-2018.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

En la Tabla 3 se muestra la información principal basada en los datos de WoS relativos a los 326 artículos mencionados anteriormente; y se muestra que durante el período comprendido entre 1975 y 2018 un

total de 824 autores publicaron artículos en 112 revistas, con un promedio de 3,96 coautores por artículo y un total de 17 artículos de un solo autor (es decir, artículos escritos por un solo autor).

Tabla 3. Información principal sobre la base de datos.

Description	
Articles	326
Period	1975 - 2018
Keywords Plus (ID)	629
Author's Keywords (DE)	873
Journals	112
Annual Percentage Growth Rate	18,58
Average citations per articles	19,10
Authors	824
Author Appearances	1290
Authors of single-authored articles	17
Authors of multi-authored articles	807
Articles per Author	0,396
Authors per Articles	2,53
Co-Authors per Articles	3,96
Collaboration Index	2,64
Subject Area	38
Methods	161

ID: Frecuency distribution of keywords associated to the document by Clarivate Analytics Web of Science database; DE: Frecuency of the author's keywords.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

### 1.3.1 Autores

La información relativa a los autores más productivos se incluye en la Tabla 4, que muestra que Guan Dabo y Chen Bin lideran el top ten, con el mayor número de publicaciones –16 y 13, respectivamente–. Liang Sai comenzó a publicar antes que los demás, en 2011, y ahora

tiene 8 artículos publicados; mientras que el autor más citado es Liu Zhu, con 806 citas.

Tabla 4. Los diez autores más productivos.

Author	h_index	g_index	m_index	TC	NA	TC/NA	PY_start
Guan, Dabo	10	16	1,43	745	16	46,56	2013
Chen, Bin	9	13	1,80	430	13	33,08	2015
Lei, Yalin	4	8	0,80	74	10	7,40	2015
Hubacek, Klaus	7	9	1,00	760	9	84,44	2013
Meng, Jing	7	9	1,17	172	9	19,11	2014
Wu, Sanmang	4	8	0,80	71	9	7,89	2015
Li, Shantong	4	8	0,80	68	8	8,50	2015
Liang, Sai	7	8	0,78	256	8	32,00	2011
Liu, Zhu	8	8	1,14	806	8	100,75	2013
Tang Zhipeng	3	7	0,60	53	8	6,62	2015

TC: total citations; NA: number of articles; TC/NA: average citations per articles; PY start: first year of publication.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

La Tabla 4 muestra que Guan Dabo es el autor con mayor valor  $h$  e índice  $g$ , con 10 y 16, respectivamente; mientras que Chen Bin es el autor con mayor índice  $m$ , con 1,80, lo que significa que Chen Bin es el autor más productivo en la actualidad, a pesar de ser más joven y tener una carrera más corta (dos años menos que Guan Dabo).

### 1.3.2 Artículos citados

Los diez artículos más citados se pueden apreciar en la Tabla 5, el artículo titulado "Outsourcing CO2 within China" fue publicado en 2013 por *The Proceedings of the National Academy of Sciences* de los Estados Unidos de América (USA) y ha sido citado 253 veces, con un total de 43 citas por año. La UA estudiada fueron las 30 provincias chinas, excepto Tíbet y Taiwán; y los datos utilizados para cada

provincia fueron las tablas IO del 2007, basados en el modelo multi-regional IO; el modelo de gravedad aumentada y la técnica de ajuste RAS. Este estudio rastrea las emisiones de CO<sub>2</sub> incorporadas en los productos comercializados entre las provincias chinas y a nivel internacional. Los resultados indican que el 57% de las emisiones de China están relacionadas con los bienes que se consumen fuera de la provincia en la que se producen (Feng et al., 2013). En la segunda posición está "Consumption-based emission accounting for Chinese cities", publicado en 2016 en la revista *Applied Energy*, con 179 citas en total y 59, 67 citas por año. En este artículo la UA estudiada fueron 13 ciudades chinas. En este estudio se utilizó el modelo IO para calcular las emisiones de carbono basadas en la producción a partir de los inventarios de emisiones basados en la producción para las ciudades chinas. La investigación puso de manifiesto diferencias sustanciales entre la contabilidad basada en la producción y la basada en el consumo, tanto en lo que respecta a las emisiones de carbono globales como a las per cápita. El consumo urbano no sólo produce emisiones de carbono dentro de los propios límites de una ciudad, sino que también induce emisiones en otras regiones a través del comercio interregional (Mi et al., 2016).

Tabla 5. Los diez artículos más citados.

Article	Authors	Journal	TC	TC/Y	Country	UA	Names of places
Outsourcing CO2 within China	Feng K.; Davis S.; Sun L.; Li X.; Guan D.; Liu W.; Liu Z.; Hubacek K. (2013)	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	258	43,00	China	Province	Beijing; Tianjin; Hebei; Shanxi; Inner Mongolia; Liaoning; Jilin; Heilongjiang; Shanghai; Jiangsu; Zhejiang; Anhui; Fujian; Jiangxi; Shandong; Henan; Hubei; Hunan; Qinghai; Guangdong; Hainan; Guangxi; Gansu; Ningxia; Shaanxi; Xianjiang; Chongqing; Sichuan; Guizhou; Yunnan
Consumption-based Emission accounting for Chinese cities	Mi Z.; Zhang Y.; Guan D.; Shan Y.; Liu Z.; Cong R.; Yuan X.; Wei Y. (2016)	Applied Energy	179	59,67	China	City	Beijing; Shanghai; Tianjin; Chongqing; Dalian; Harbin; Hengshui; Ningbo; Qingdao; Shenyang; Shijiazhuang; Tanshan; Xian
Multi-regional input-output model for regional energy requirements and CO <sub>2</sub> emissions in China	Liang Q.; Fan Y.; Wei Y. (2007)	Energy Policy	151	12,58	China	Province	Beijing; Tianjin; Hebei; Shanxi; Inner Mongolia; Liaoning; Jilin; Heilongjiang; Shanghai; Jiangsu; Zhejiang; Anhui; Fujian; Jiangxi; Shandong; Henan; Hubei; Hunan; Guangdong; Hainan; Guangxi; Gansu; Ningxia; Shaanxi; Xianjiang; Chongqing; Sichuan; Guizhou; Yunnan; Tibet
Urban energy consumption: different insights from energy flow analysis, input-output analysis and ecological network analysis	Chen S.; Chen B. (2015)	Applied Energy	133	33,25	China	Province	Beijing
A multi-regional input-output analysis of domestic virtual water trade and provincial water footprint in China	Zhang C.; Anadon L. (2014)	Ecological Economics	129	25,80	China	Province	Beijing; Tianjin; Hebei; Shanxi; Inner Mongolia; Liaoning; Jilin; Heilongjiang; Shanghai; Jiangsu; Zhejiang; Anhui; Fujian; Jiangxi; Shandong; Henan; Hubei; Hunan; Guangdong; Hainan; Guangxi; Gansu; Qinghai; Ningxia; Shaanxi; Xianjiang; Chongqing; Sichuan; Guizhou; Yunnan

## CAPÍTULO 1: Una revisión bibliométrica del análisis Input-Output y su relación ...

Article	Authors	Journal	TC	TC/Y	Country	UA	Names of places
Physical and virtual water transfers for regional water stress alleviation in China	Zhao X.; Liu J.; Liu G.; Tillotson M.; Guan D.; Hubacek K. (2015)	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	127	31,75	China	Province	Beijing; Tianjin; Hebei; Shanxi; Inner Mongolia; Liaoning; Jilin; Heilongjiang; Shanghai; Jiangsu; Zhejiang; Anhui; Fujian; Jiangxi; Shandong; Henan; Hubei; Hunan; Guangdong; Hainan; Guangxi; Gansu; Qinghai; Ningxia; Shaanxi; Xianjiang; Chongqing; Sichuan; Guizhou; Yunnan
Consumption-based CO <sub>2</sub> Accounting of China's megacities: the case of Beijing, Tianjin, Shanghai and Chongqing	Feng K.; Hubacek K.; Sun L.; Liu Z. (2014)	Ecological Indicators	113	22,60	China	City	Shanghai; Beijing; Tianjin; Chongqing
Analyses of water footprint of Beijing in an interregional input-output framework	Zhang Z.; Yang H.; Shi M. (2011)	Ecological Economics	113	14,12	China	Province	Beijing; Tianjin; Hebei; Shanxi; Inner Mongolia; Liaoning; Jilin; Heilongjiang; Shanghai; Jiangsu; Zhejiang; Anhui; Fujian; Jiangxi; Shandong; Henan; Hubei; Hunan; Guangdong; Hainan; Guangxi; Gansu; Ningxia; Shaanxi; Xianjiang; Chongqing; Sichuan; Guizhou; Yunnan
Ecological footprints and interdependencies of New Zealand regions	Mcdonald G.; Patterson M. (2004)	Ecological Economics	112	7,47	New Zealand	Community	Auckland
The case for consumption-based accounting of greenhouse gas emissions to promote local climate action	Larsen H.; Hertwich E. (2009)	Environmental Science & Policy	111	11,10	Norway	City	Trondheim

TC: total citation; TC/Y: total citation per year; UA: unit of analysis.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

### 1.3.3 Red de colaboración entre países

En la Tabla 6 se presentan los diez países más productivos, con China en primer lugar, con 202 artículos publicados, lo que hace que el país sea responsable del 61,96% de la producción científica total. 134 artículos de esos 202 fueron escritos por autores locales, mientras que los 68 restantes fueron publicados en colaboración con investigadores de otros países. La segunda posición estaría ocupada por USA, con una producción de 28 artículos, mientras que los siguientes tres países serían Reino Unido, Australia y Canadá con 12, 11 y 10 artículos respectivamente.

Adicionalmente, calculando la ratio de publicaciones realizados entre múltiples países y el total de artículos publicados, se puede decir que existen países más abiertos a la cooperación externa, destacando Australia y Japón, en efecto cooperan internacionalmente en más de la mitad de los artículos.

Tabla 6. Los diez países más productivos (en base a la afiliación del primer autor).

Country	Number of articles	% of articles	SCP	MCP
China	202	61,96	134	68
USA	28	8,59	19	9
United Kingdom	12	3,68	7	5
Australia	11	3,37	5	6
Canada	10	3,07	7	3
Japan	10	3,07	5	5
Korea	10	3,07	8	2
Spain	8	2,45	5	3
Netherlands	5	1,53	3	2
Norway	5	1,53	5	0

SCP: Single country publications; MCP: Multiple country publications.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

La red de colaboración internacional está formada por 32 países (véase la Figura 4), New Zealand, Ireland, South Africa, Chile y Finland aparecen aislados en el gráfico porque no están conectados con el resto

de los países; los países con una colaboración son Israel con USA, Bélgica con Australia, Portugal con España, e Italia, Malasia, Taiwán y Noruega con China solamente; y los países con dos colaboraciones son República Checa con China y USA; Francia con el Reino Unido y España; y Corea con China y USA.

El tamaño del nodo expresa la intensidad de la participación a nivel mundial. En esta red se puede observar que China es el país con mayor participación, teniendo un nodo más grande en comparación con el resto de los países. El nodo representa las relaciones entre los países, cuanto más intensa es la línea negra, más estrecha es la relación; mientras que las líneas rojas punteadas expresan un menor grado de relación; así, esta figura muestra que existe una estrecha relación entre China y USA, ya que la intensidad de la línea negra es mayor en comparación con el resto de las líneas.

Se pueden observar diferentes patrones de comportamiento entre los países; tales patrones están representados por una zona coloreada. De este modo, en el caso de Pakistán y Arabia Saudita, se puede observar que el patrón de comportamiento está representado por la zona verde claro, puesto que existe una estrecha relación entre ellos y que colaboran con China y USA; mientras la zona marrón claro muestra que existe una estrecha relación entre Canadá, Suiza y Singapur; esta zona también muestra que Austria, que no está conectada con Canadá o Singapur, tiene algo en común con esos países, ya que todos ellos están conectados con China. Austria, que está conectada con Suiza, también tiene algo en común con ella, ya que está conectada con el Reino Unido y USA. Pero existe, además, otra gran área, de color amarillo claro, la cual muestra una relación cercana entre Francia, Australia, Japón, República Checa, Portugal, Corea, Taiwán, España, Reino Unido y Brasil, en la que USA actúa como nodo central de la red, observándose que USA tiene relaciones más estrechas con los países de habla inglesa. A pesar de lo dicho anteriormente, países como Portugal o Taiwán están relacionados con USA de manera indirecta, siendo la relación directa de Portugal con España, y la de Taiwán con China. Australia y Reino Unido actuarían como nodos de menor importancia en esta red, estando relacionados con un gran número de países dentro del área.

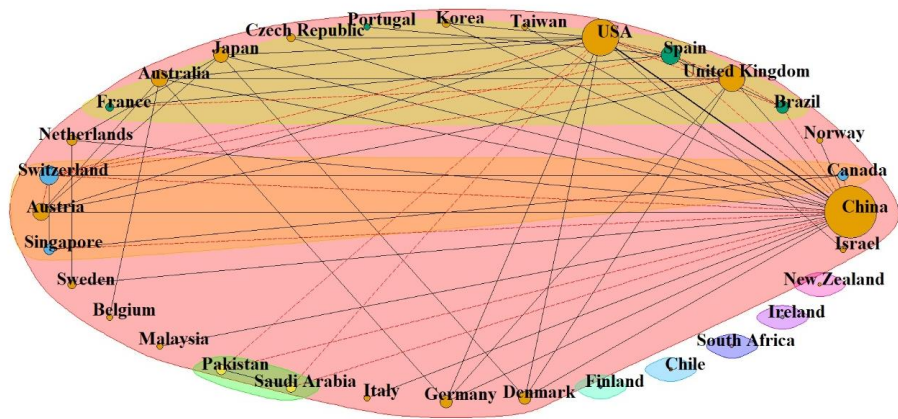


Figura 4. Red de colaboración entre países.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

### 1.3.4 Red de colaboración entre instituciones

En la Tabla 7 aparecen las 10 instituciones más productivas, según la afiliación de sus autores. El número total de instituciones es de 350, aunque el número de artículos es de 326, ya que la mayoría de los artículos poseen más de un autor. Para surgir como una institución a la que están afiliados alguno de los autores de los artículos, debe existir al menos un colaborador afiliado a la misma. Aquí se presenta una información complementaria: el número de autores de cada institución. En general, esta información difiere del primer indicador siempre que exista al menos una colaboración entre más de un autor de la misma institución. La institución más productiva es la *Beijing Normal University*, ya que participó en el 14,11 % de los artículos publicados, mientras que 60 autores afiliados a la institución participaron en la elaboración de los 46 artículos. La segunda institución más productiva es la *University Chinese Academy Science*, con 40 artículos y 50 autores afiliados. En el siguiente grupo por importancia se encontrarían 3 instituciones, *Tshinghua University*, *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research* y *Peking University*, todas con cerca de 30 artículos publicados y autores afiliados.

La *University Chinese Academy Science* tiene un total de 18 colaboraciones en artículos con el *Institute of Geographic Sciences and*

*Natural Resources Research*, mientras que, la *Beijing Normal University* tiene como primera institución colaboradora a la *University Chinese Academy Science*, con un total de 9 colaboraciones. La siguiente institución en cuanto a número de vinculaciones es la *University Chinese Academy Science*, vinculada con la *Peking University*, quedando patente, que la *University Chinese Academy Science* tiene un alto número de relaciones con las instituciones más relevantes, pudiendo vislumbrarse con estos datos su papel como nodo.

Tabla 7. Las diez instituciones más productivas relacionadas con la afiliación de los autores en cada artículo.

#	Institute	Country	NA	%	No. AU
1	Beijing Normal University	China	46	,11	60
2	University Chinese Academy Science	China	40	,27	50
3	Tsinghua University	China	29	.90	39
4	Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research	China	26	.98	26
5	Peking University	China	26	.98	30
6	China University Geosciences	China	17	.21	21
7	University East Anglia	UK	17	.21	18
8	Key Laboratory of Carrying Capacity Assessment for Resource and Environment	China	15	.60	15
9	Beijing Institute of Technology	China	10	.07	10
10	University Maryland	USA	10	.07	10

NA: number of articles; %: percentage of articles; No. AU: number of authors.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

A efectos de visualizar las colaboraciones, se creyó necesario reducir su dimensión, dado que se detectaron 350 instituciones diferentes a las que estaban afiliados los autores de los artículos. El criterio para determinar cuáles serían las instituciones que aparecerían en el gráfico ha sido que poseyesen al menos 11 relaciones con otras instituciones, quedando así 33 instituciones. El tamaño de los círculos es proporcional al número de entidades con las que colaboran, mientras que el grosor de las líneas que las unen indica la intensidad de la relación, o el número de artículos en los que cooperaron, aunque es cierto que no se puede determinar el sentido de la colaboración.

Tal y como se advertía en los comentarios de la Tabla 7, las instituciones que más colaboraron entre ellas fueron la *University Chinese Academy Science* con el *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research*, colaboración representada por la línea gruesa en color cian entre ambas. Aunque teniendo en cuenta las colaboraciones entre las 350 instituciones, las *University Chinese Academy Science*, *Beijing Normal University* y *Peking University* son las que tienen más relaciones, con 62 la primera, 49 la segunda y 45 la tercera. Si apartamos a las 317 instituciones relacionadas con menos de 11 instituciones, el orden por número de vínculos cambia, teniendo la *Peking University*, la *University Chinese Academy Science* y la *Beijing Normal University* 22, 21 y 16 vínculos, respectivamente. Debido a que la *Peking University* y la *University Chinese Academy Science* son las instituciones con un mayor grado de colaboración, se considera interesante representar sus vínculos por medio de colores, siendo verde y cian sus colores respectivos.

Con vistas a determinar las agregaciones de instituciones o clústeres, se utilizó el algoritmo *fast greedy* en *R*. Se hallaron 5 clústeres, representado cada uno por un color diferente (véase la Figura 5). Los dos principales clústeres serían los de color verde y cian, en los que el nodo principal sería la *Peking University* y la *University Chinese Academy Science*, respectivamente. El tercer clúster según su número de participantes y número de relaciones entre los mismos sería el clúster coliderado por la *University Maryland* y la *University East Anglia*, (en color café claro) en el que participan mayoritariamente instituciones occidentales, a diferencia de las dos primeras, con predominio chino. Como cuarto clúster, a distancia de los dos primeros, se tiene un clúster (de color rosa) liderado por el *Institute for Applied Ecology*. Como último clúster (en color azul oscuro) estaría el compuesto por el *Key Lab Carrying Capac Assessment Resource and Environment* y la *China University of Geosciences*, que estarían fuertemente relacionados entre sí, pero débilmente con el resto de la red.



Según el indicador Journal Impact Factor (JIF), las revistas más relevantes serían, *Applied Energy*, con una media de 8,426 citas por publicación, *Enviromental Science & Technology*, con un valor de 7,149 y *Resources Conservation and Recycling*, con 7,044. Mientras que, eliminando las autocitas de las revistas, el Impact Factor without Journal Self Cites (IFWJSC) destaca a *Applied Energy*, *Enviromental Science & Technology* y *Resources Conservation and Recycling*, afectando en menor medida las autocitas al *Enviromental Science & Technology*.

Tabla 8. Las quince revistas más productivas.

Journal	NA	Rate	2018 indicators					
			TC	JIF	IFWJSC	CHL	Cing.HL	ES
Journal of Cleaner Production	45	13,80 %	71.233	6,395	4,535	2,9	6,0	0,083710
Energy Policy	21	6,44 %	47.238	4,880	4,213	7,1	5,6	0,043920
Applied Energy	20	6,13 %	81.221	8,426	6,378	3,8	5,0	0,128490
Sustainability	13	3,99 %	20.022	2,592	1,583	2,2	7,1	0,023380
Ecological Economics	9	2,76 %	25.091	4,281	3,830	9,3	8,5	0,018440
Ecological Modelling	9	2,76 %	18.791	2,634	2,362	1,0	10,1	0,015220
Energy	9	2,76 %	64.992	5,537	4,290	4,3	5,3	0,089190
Environmental Science & Technology	8	2,45 %	173.191	7,149	6,298	7,8	7,0	0,177660
Resources Conservation and Recycling	8	2,45 %	13.476	7,044	5,300	5,9	6,2	0,010330
Ecological Indicators	7	2,15 %	18.621	4,490	3,931	4,0	8,6	0,030590
Economic Systems Research	7	2,15 %	1.660	3,556	3,241	7,1	8,1	0,002850
Journal of Industrial Ecology	7	2,15 %	5.540	4,826	4,468	6,5	7,2	0,005560
Energy Economics	6	1,84 %	15.850	4,151	3,376	6,2	7,2	0,019760
Journal of Environmental Management	5	1,53 %	35.149	4,865	4,458	5,9	7,3	0,038380
Marine Policy	5	1,53 %	8.475	2,865	2,245	5,1	6,9	0,014020
Partial	170	52 %						
Other journals	156	48 %						
Total	326	100 %						

NA: number of articles; TC: Total cites; JIF: Journal Impact Factor; IFWJSC: Impact Factor without Journal Self Cites; CHL: Cited Half-life; Cing.HL: Citing Half-life; ES: Eigenfactor Score.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

En lo concerniente a los siguientes dos indicadores: el Cited Half-life (CHL) y el Citing Half-life (Cing.HL), existe una cierta concordancia entre los valores de ambos indicadores, siendo las revistas con valores más bajos en los indicadores, haciendo una media entre ambos índices, *Applied Energy*, *Journal of Cleaner Production*, *Sustainability* y *Energy*. El Eigenfactor Score (ES) incluye todas las apreciaciones presentes en los indicadores anteriormente comentados, como eliminar las autocitas, tener en cuenta la edad de los artículos y aportar un mayor valor a las revistas con una mayor cantidad de citas. Se observa que *Enviromental Science & Technology*, posee el valor más alto, con 0,17766, siendo las siguientes *Applied Energy* y *Energy*.

En la Figura 6 aparecen las 15 revistas más relevantes según el número de artículos que publican con relación al análisis IO, basado en WoS. En el eje de la izquierda aparece el número de artículos publicados, mientras que en el eje de la derecha aparece el total de citas por revista. Como se comentó en la Tabla 8, las revistas principales según el número de artículos serían *Journal of Cleaner Production*, *Energy Policy*, *Applied Energy* y *Sustainability*, mientras que según el número de citas serían *Enviromental Science & Technology*, *Applied Energy*, *Journal of Cleaner Production* y *Energy*.

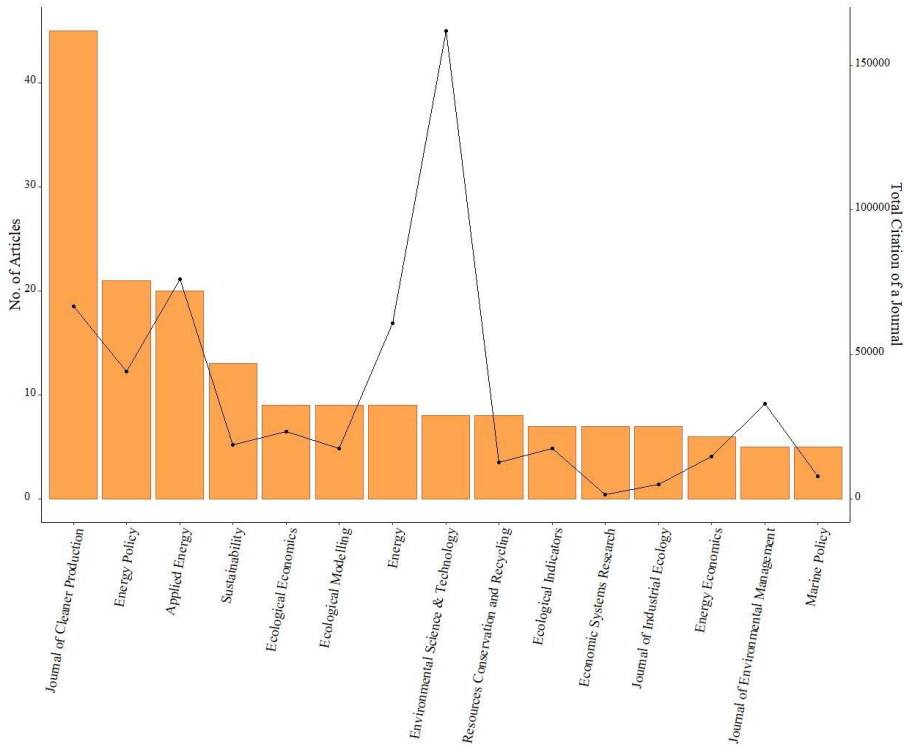


Figura 6. Performance de las revistas.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

### 1.3.6 Red de co-ocurrencia de las palabras clave

Gracias al análisis de las co-ocurrencias de las palabras clave (keywords co-occurrence) se puede determinar cuáles son los *keywords* más importantes, incluyendo sus variaciones leves. Una variación leve consiste en agrupar las keywords en una categoría que recoja el mismo significado, como podría ser: Input-Output Analysis, Input-Output Model, Input-Output Table, Leontief Input-Output Model, etc. agrupadas en la *keyword* Input-Output Analysis y esta a su vez ser abreviada como IOA. Las 10 principales *keywords* con variaciones leves, ordenadas según su frecuencia de aparición dentro de cada *keyword*, para más detalles, se puede consultar en la Tabla 12 del Anexo 2.

Inicialmente los 326 artículos tenían 873 *keywords* y luego del proceso de agrupación de las *keywords* con variaciones leves se obtuvieron 553 *keywords*, cabe señalar que el artículo intitulado *Assessment of the economic impacts of heat waves: A case study of Nanjing, China* tenía 9 *keywords*, siendo este el mayor número de *keywords* presente en los artículos (Xia et al., 2018).

Según su nivel de aparición en los artículos, el IOA sería la *keyword* más relevante, con 153 apariciones; la segunda más relevante sería *Carbon Emissions*, con 65 apariciones; mientras que se encontraría en tercer lugar *Energy Efficiency*, con 62 apariciones. Las siete siguientes *keywords* con mayor frecuencia de aparición serían *Multi Regional Input Output*, *Water Footprint*, *Water Consumption*, *Carbon Footprint*, *Urban Metabolism*, *Economic Impact* y *Life Cycle Assessment*.

Después de abordar el proceso de agrupación de las *keywords* con variaciones leves la base de datos cuenta con 553 *keywords*, estas *keywords* presentan 3.910 conexiones entre sí. Algunas con mayor grado de conexión y otras con menor grado. Para la elaboración de la red de co-ocurrencia de las *Keywords*, primero se seleccionaron de entre los 553 *keywords* aquellas que tenían al menos 8 conexiones, de este proceso quedaron 82 *Keywords* y estas 82 *keywords* tienen 1.956 links, es decir, representan el 50 % de los *links* totales.

Estas 82 *keywords* pasan a formar parte de una nueva red, es decir, se presentarán los enlaces solo entre sí, dejando a un lado aquellas conexiones con menos de 8 *links* por ser muy débiles; es decir, la red no considera las restantes 471 *keywords*. Las *keywords* seleccionadas se agruparon con el algoritmo *fast greedy* en *clúster*, de este proceso resultaron 5 *clústeres* con 82 nodos (*keywords*) y 878 *links*. En la Tabla 9 se pueden ver los *keywords* con su número de links en la red. Los nombres y las abreviaturas de los *Keywords* se muestran en a Tabla 13 del Anexo 2.

Tabla 9. Keywords del autor en clústeres.

Clúster #	No. de nodos	Keywords con número de links en la red
1	16	LCA (18), EIO (6), EEIOA (8), GHG (16), Industrial Ecol.(16), MFA (9), Ecol. Footpr. (4), Hubei (5), Trade (6), Embodied Water (4), EIO-LCA (6), Land Use (4), CGE (7), Regional Economy (6), Environmental Accounting (8), Agriculture (5).
2	16	Carbon Footpr. (28), Sustainability (7), RIO (18), HEM (10), Cities (24), Beijing (14), Urban Transformation (8), Metropolitan areas (5), Consumption-Based Accounting (9), Circular economy (3), Commuting (5), Environmental impacts (6), Carbon Multiplier (6), Household (7), LQs (4), Embodied Emissions (7).
3	19	China (37), MRIO (38), Inter-provinc. Trade (11), Water Consumption (21), Linear Optimization (7), Econ. Development (4), Chinese Provinces (5), Water Footpr. (25), Gini Coeff. (3), IRIO (13), Structural Path A. (9), Interregional Trade (5), Water Transfer (9), Indirect Economic Losses (3), Water Scarcity (5), Industrial Restructuring (7), Sustainable Development (5), Liaoning (8), Trade Balance (7).
4	24	IOA (68), Energy Efficiency (44), Network A. (16), Carbon Emissions (37), Econ. Impact (12), SDA (16), Urban Metabolism (19), Electr. (9), Yunnan (5), Guangdong Prov. (10), Rebound Effect (5), IOI (3), Other Emissions (18), LMDI (6), PIOT (2), Jing-Jin-Ji (9), Spain (2), Influencing Factor (6), Exports (5), Tourism (1). Employment (2), M. C. Simulation (6), Regional Development (2), Regional A. (6).
5	7	Heat wave (8), Health (9), Productivity (8), Capacity (8), Macroeconomic (8), Indir. Loss (9), Nanjing (8).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

En la Figura 7 se pueden apreciar las interrelaciones de las *keywords*. Se muestra como nodo central del grafico circular la *keyword* IOA, y su relación es evidenciada mediante los enlaces de color verde claro. Se presentan conexiones no dirigidas; es decir, no se puede observar la dirección –de qué *keyword* hacia qué *keyword* va la relación–; se da información sobre la conexión entre dos *keywords*, en este caso IOA muestra la conexión más fuerte en primer lugar, con *Carbon Emissions*, ya que entre ambas tienen 32 links. La segunda



de investigación (Subject area)<sup>1</sup>. Se encontraron 38 diferentes *subject area* en total. Si bien es cierto, que la mayoría de los artículos de WoS asignó más de una *subject area*, por lo que, el total de *subject areas* de los 326 papers es de 672 de forma acumulada según la frecuencia de cada uno. En la Tabla 10 se ven las *subject areas* en términos de total de artículos y, además, la agrupación por clúster.

Tabla 10. Subject area por clúster.

Clúster #	Nodos	Frecuencia	Subject area en términos de artículos totales
1	7	390	Engineering (105), Environmental Sciences & Ecology (191), Biodiversity & Conservation (7), Science & Technology - Other Topics (76), Operations Research & Management Science (2), International Relations (6), Transportation (3)
2	14	190	Business & Economics (71), Energy & Fuels (62), Physics (2), Thermodynamics (11), Social Sciences - Other Topics (7), Geography (11), Public Administration (11), Fisheries (2), Agriculture (3), Biotechnology & Applied Microbiology (1), Mathematics (3), Mechanics (3), Construction & Building Technology (1), Development Studies (2)
3	11	82	Water Resources (27), Meteorology & Atmospheric Sciences (17), Geology (21), Archaeology (1), Art (1), Chemistry (1), Materials Science (4), Spectroscopy (1), Forestry (7), Oceanography (1), Marine & Freshwater Biology (1)
4	2	3	Public, Environmental & Occupational Health (2), Health Care Sciences & Services (1)
5	2	2	Education & Educational Research (1), Pharmacology & Pharmacy (1)
6	1	2	Computer Science (2)
7	1	3	Physical Geography (3)

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

En la Figura 8, el tamaño de las *subject areas* representa el número de veces que aparecen en los artículos, mientras que el grosor de las

<sup>1</sup> Las cinco categorías generales de áreas de investigación según WoS. son: 1) Artes y humanidades, 2) Ciencias de la vida y Biomedicina, 3) Ciencias Físicas, 4) Ciencias Sociales y 5) Tecnología. A su vez las clasifica en 150 áreas temáticas de investigación.

líneas es proporcional al número de relaciones existentes entre dos *subject areas*. Las líneas que parten de *Environmental Sciences & Ecology* son representadas en color cian claro, mientras que las que parten de *Engineering* son representadas en color azul marino. El primer clúster contiene 7 *subject areas* y cuyos nodos están representados con color cian. En este clúster existen más de 42 artículos que comparten la *subject area Environmental Sciences & Ecology*, con *Engineering, Science & Technology – Other Topics* y *Business & Economics*, en el caso de esta última *subject area* su nodo está representado en color verde.

El segundo clúster en importancia contiene 14 *subject areas* cuyos nodos están representados con color verde. En este clúster *Energy and Fuels* contiene 21 relaciones con *Environmental Sciences & Ecology*.

El tercer clúster contiene 11 *subject areas* cuyos nodos están representados con color amarillo claro. En este clúster las *subject áreas* están fuertemente conectadas entre sí y muy poco relacionadas con los demás clústeres. Los últimos cuatro clústeres están poco relacionados entre sí y, además, sus líneas tienen baja intensidad, por lo cual también tienen poca relación con los demás clústeres.



Se detecta un patrón general en las primeras 5 *subject areas* con mayor frecuencia de aparición, los dos métodos principales serían *Input-Output Analysis* (IOA) y *Multi-Regional Input-Output* (MRIO), siendo las metodologías que se relacionan en más ocasiones con otras y apareciendo como nodo central de sus respectivos clústeres.

En la Figura 9 se observa que la *subject area Environmental Sciences & Ecology* está compuesta por 110 métodos, siendo las dos principales IOA y estando relacionadas con 54 métodos; y MRIO relacionada con 47 métodos. La primera está muy relacionada con *Structural Decomposition Analysis* (SDA), *Equations* (Eqs), *Life Cycle Assessment* (LCA), *Ecological Network Analysis* (ENA), *Material Flow Analysis* (MFA) y con *Social Accounting Matrix* (SAM), mientras que la segunda estaría más relacionada con *Equations* (Eqs), *Ecological Network Analysis* (ENA), *Gravity Model*, *Structural Decomposition Analysis* (SDA), *Life Cycle Assessment* (LCA) y *Emissions Embodied in Bilateral Trade* (EEBT). En la figura se aprecia un clúster aislado que está representado en color rojo y está conformado por *Dynamic input-output* y *Linear Optimization*, esto implica que estos métodos están presentes en un solo artículo. Los nombres y las abreviaturas de los distintos métodos se muestran en la Tabla 13 del Anexo 2





*Population Affluence and Technology, Location quotients (LQ), Water Footprint A., Index Phys. Water Intensity, Times Series, ARIMA y Provinc. I-O*). Nótese que también está relacionado con otros miembros de otros clústeres como SDA, MRIO y Eqs.

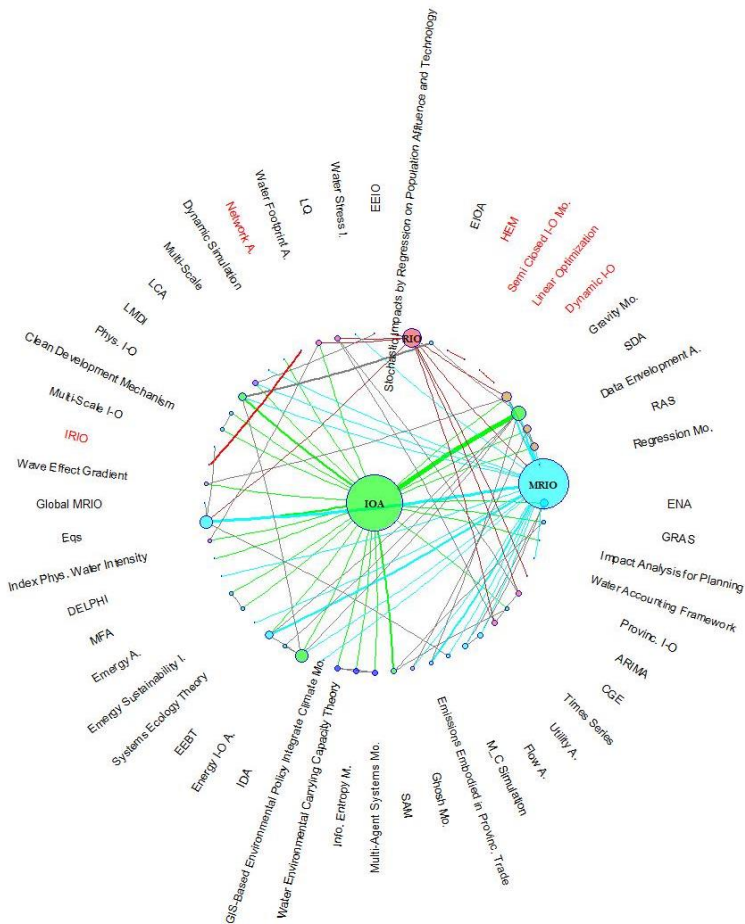


Figura 11. Métodos en la subject area Science & Technology - Other Topics.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

Los métodos cambian en el caso de la *subject area Business and Economics* (Figura 12), porque está compuesta por 53 métodos. En ella aparece un clúster aislado de color magenta, presidido por *Regional*

*Input-Output (RIO) que está fuertemente relacionado con su comunidad: Re-Spending Mo., Double Logarithmic MO., Variable Coeff. Panel Regression M., Virtual Water Content, Non-Linear I-O y Factor Augmenting Technical Change.*

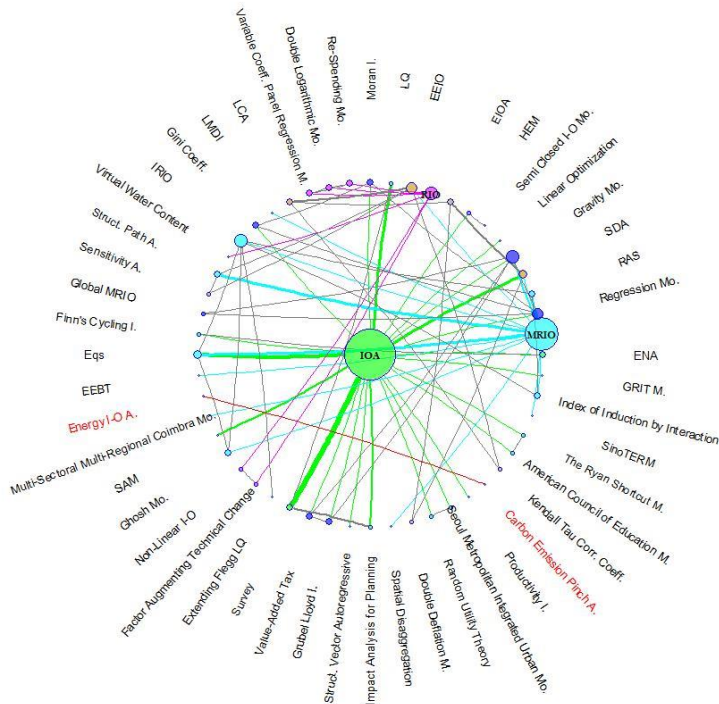


Figura 12. Métodos en la subject area Business & Economics.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

En la Figura 13 se aprecia que la *subject area Energy and Fuels* está conformada por 52 métodos. En este grafico se observan dos clústeres aislados (*Three-TIER Mo. con Economic I-O-LCA* y *Hierarchical Cluster A. con Phys. I-O*). Lo curioso de esta *subject area* es que los métodos SDA, *Times Series and Global MRIO* predominan después de los dos principales métodos IOA y MRIO.

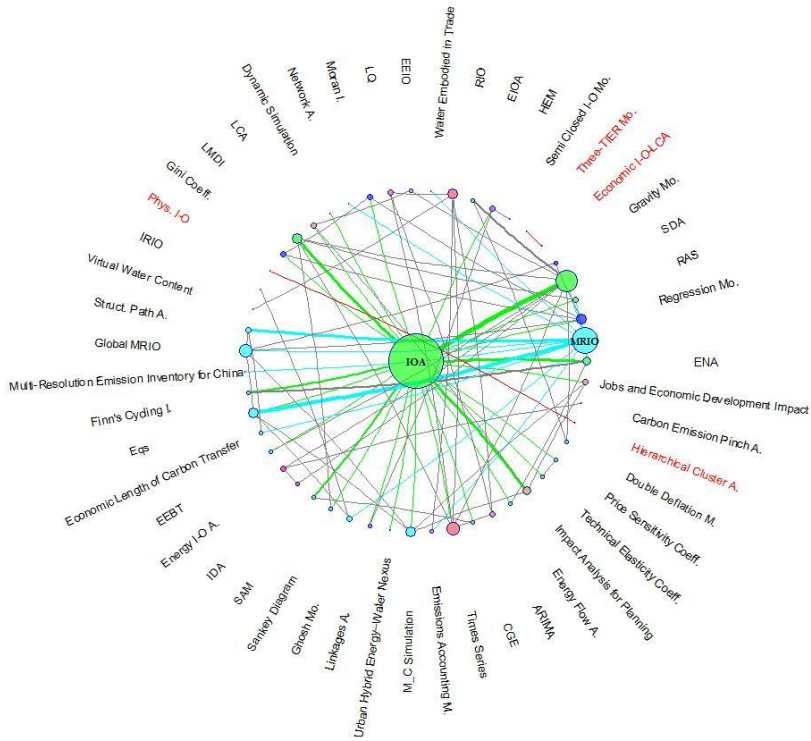


Figura 13. Métodos en la subject area Energy & Fuels.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

La *subject area Water Resources* se representa en la Figura 14. Tiene cuatro clústeres aislados (EMRIO con *gravity model* y *Gini Coefficient*, *Network analysis* con *Ecological Input-Output*, *LCA* con *Inter-provincial input-output* y *Inter-regional Input-Output* (IRIO) con *Adaptative Regional input-output*) y además IOA está estrechamente relacionada con *SDA*, *Computable General Equilibrium* (CGE), *SAM* y *Equations*.

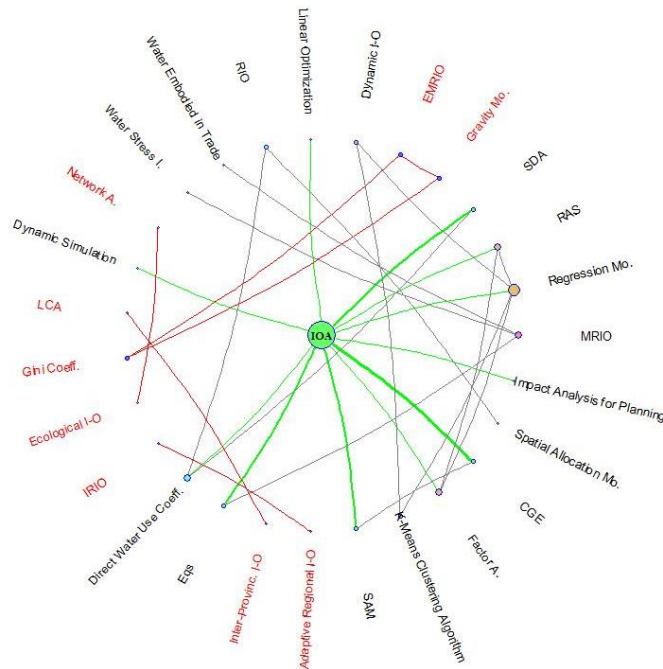


Figura 14. Métodos en la subject area Water resources.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

## 1.4 CONCLUSIONES

A través del análisis bibliométrico se proporciona información detallada de la relación del IOA con otros métodos aplicados en las diferentes áreas temáticas de investigación. Los resultados muestran que la tendencia a emplear el IOA se inicia con las Provincias, con una publicación en 1975; posteriormente, en 1993, se introducen las Ciudades, seguidas de los Condados, en 1995, las Comunidades, en 2003, y, por último, los Municipios, en 2007, durante el período de análisis 1975-2018.

En lo tocante a los autores, se puede comprobar también, que el más productivo en el período examinado es Che Bin, dado que tiene una carrera investigativa más corta y a pesar de que tiene 3 publicaciones menos que Guan Dabo. Este último cuenta con 16 publicaciones según los datos. Esta productividad se refleja en el índice

$m$  ( $m = 1,80$ ). En este sentido, el número de citas de artículos también arroja datos significativos, comprobándose que los diez artículos más citados son de origen chino y sus unidades de análisis implicadas en diferentes estudios son en su gran mayoría las treinta provincias chinas (Pequín, Tianjin, Hebei, Shanxi, Mongolia Interior, Liaoning, Jilin, Heilongjiang, Shanghái, Jiangsu, Zhejiang, Anhui, Fujian, Jiangxi, Shandong, Henan, Hubei, Hunan, Cantón, Hainan, Guangxi, Gansu, Qinghai, Ningxia, Shaanxi, Sinkiang, Chongqing, Sichuan, Guizhou y Yunnan), seguidas de las ciudades chinas de Shanghái, Pequín, Tianjin y Chongqing y de la ciudad de Trondheim en Noruega y, por último, de la comunidad de Auckland en Nueva Zelanda.

La cuestión de la colaboración se revela más compleja, puesto que se da, por un lado, entre los distintos países y, por otro, también entre instituciones. Con respecto a la colaboración entre países cabe decir que, de los 32 países identificados, Nueva Zelanda, Irlanda, Sudáfrica, Chile y Finlandia no tienen relación alguna con los demás países, mientras que los restantes 27 tienen, al menos, una colaboración con China, Estados Unidos o Reino Unido, siendo los países que destacan por sus múltiples colaboraciones con otros países Australia y Japón, debido a que al menos la mitad de su producción científica la realizan con investigadores extranjeros. En cuanto a la colaboración entre instituciones, por su parte, y considerando las colaboraciones entre las 350 instituciones detectadas, se concluye que la University Chinese Academy Science, la Beijing Normal University y la Peking University son las que tienen más relaciones con las demás instituciones, con 62 la primera, 49 la segunda y 45 la tercera, respectivamente.

Además, el estudio mostró que 15 de las 112 revistas observadas habían supuesto el 52 % de la producción científica, en las que están implicados los espacios geográficos locales y el análisis IO. Así se observa que, por un lado, las 4 revistas que más contribuyen serían el *Journal of Cleaner Production*, *Energy Policy*, *Applied Energy* y el *Sustainability*, con 45, 21, 20 y 13 publicaciones respectivamente; mientras que, por otro, aquellas revistas que son más citadas según el *Incites Journal Citation reports* para el año 2018 son *Environmental Science & Technology* (173.191), *Applied Energy* (81.221), *Journal of Cleaner Production* (71.233), y *Energy* (64.992).

Las palabras clave y la red de co-ocurrencia de palabras clave, fueron otro aspecto tenido en cuenta para este análisis. Así, después de la agrupación de las palabras clave de autor según su variación leve, se identificaron 553 palabras clave. La palabra clave IOA está presente en el 46,93 % de los artículos examinados, seguida de las palabras *Carbon Emissions* (19,94 %), *Energy Efficiency* (19,02 %), *Multi-regional input-output* (16,26 %), etc. Tras el análisis de la red de co-ocurrencia de palabras clave se seleccionaron aquellas palabras clave que representaban el 50 % de la totalidad de las conexiones entre las palabras clave; de este proceso se obtuvieron 82 palabras claves y como resultado se obtuvo que IOA está conectada fuertemente con *Carbon Emissions*, a continuación con *Energy Efficiency* y luego con *Water Consumption*, ya que estas palabras clave presentan 32, 22 y 19 conexiones respectivamente. Este nivel de análisis entronca con el de las áreas temáticas, a partir del cual se pudo comprobar que 5 de las 38 áreas temáticas de investigación más exploradas científicamente son *Environmental Sciences & Ecology*, *Engineering*, *Science & Technology – Other Topics*, *Business & Economics* y *Energy & Fuels*. Se observa que estas 5 áreas temáticas van comúnmente de la mano de dos métodos: IOA y MRIO. De hecho, el IOA y su relación con otros métodos por áreas temáticas de investigación fueron también objeto de estudio. Así, a raíz de la investigación, se identificaron en total 161 métodos (incluido el IOA). Cabe señalar que en las áreas temáticas de investigación *Physical Geography*, *Physics* y *Marine & Freshwater Biology* no está estrictamente presente el IOA, pero sí la utilización de las tablas IO y de los métodos aplicados a las mismas.

Por último, es preciso hacer referencia a la limitación del estudio, que fue que se seleccionaron de la colección principal de la Web of Science los artículos indexados en el Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) y el Social Sciences Citation Index (SSCI) y que, además, se consideraron solo los artículos escritos en inglés.



## **CAPÍTULO 2: PROYECCIONES DE TABLAS INPUT-OUTPUT SUB-TERRITORIALES: COCIENTES DE LOCALIZACIÓN**

Como resultado del presente capítulo se envió un artículo científico titulado provisionalmente “¿Será recomendable utilizar ajustes en las proyecciones de tablas input-output sub-territoriales?” a la revista Rect@, cabe mencionar, que el artículo está en fase de revisión (para mayor información véase el Anexo 7).

### **Contribución en el artículo enviado**

Todos los autores han hecho contribuciones sustanciales. Específicamente, el doctorando participó en el diseño de la investigación, recopiló y preparó los datos; así mismo, hizo el análisis formal, las tablas, figuras y contribuyó en el apartado de las conclusiones y futuras investigaciones.

### **Nombres y la filiación de los coautores y su orden**

<b>Coautor 1</b>	<b>Napoleón Guillermo Sánchez Chóez</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano Escuela Politécnica Nacional (Quito-Ecuador)
<b>Coautor 2</b>	<b>Xesús Pereira López</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de Economía Cuantitativa Universidade de Santiago de Compostela
<b>Coautor 3</b>	<b>Melchor Fernández Fernández</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA)

	Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de fundamentos del análisis económico Universidade de Santiago de Compostela

**Referencia completa de la publicación:** No disponible

**Editorial:** Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas aplicadas a la Economía y la Empresa

**ISSN:** 1575605X

## 2.1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de tener marcos contables a nivel sub-territorial es palpable con vistas a implementar políticas que faciliten un mejor desarrollo económico-social, que difícilmente se podrían intuir sin calcular los característicos multiplicadores IO. Ahora bien, para proyectar tablas IO sub-territoriales es habitual recurrir a técnicas *non-survey*, porque para elaborarlas por vía *survey* existen restricciones, tanto a nivel presupuestario como de disponibilidad de recursos humanos. Por lo general se tienen cuentas económicas para un determinado territorio, aunque para muchos sub-territorios (regiones, provincias, etc.) no existe esa información desagregada. Eso sí, por costumbre constan datos de ciertas magnitudes básicas: producción, empleo o valor añadido bruto por industrias.

Con la meta de generar tablas IO sub-territoriales se utilizan diferentes técnicas (Morrison y Smith, 1974; Schaffer y Chu, 1969; Bonfiglio y Chelli, 2008). Los cocientes de localización (LQ) destacan como técnicas IO *non-survey*, sobre todo la fórmula de Flegg (FLQ) y su versión aumentada (AFLQ). De hecho, diferentes estudios concluyen que los LQ son un perfeccionamiento considerable en la generación de las tablas IO (Flegg y Webber, 1997, 2000; Flegg, Webber y Elliott, 1995). Las formulaciones de LQ, más simples o más ininteligibles – particularmente para los usuarios no especializados en IO– deben convivir con una insuficiencia de datos desagregados, todo ello con vistas a obtener matrices previas (*prior*), que son susceptibles de

aplicarles ajustes posteriores. Por ejemplo, se pueden usar los LQ y posteriormente el RAS. El RAS es una técnica de carácter biproporcional muy reclamada en este ámbito de trabajo, aunque para su ejecución se necesita cierta información que ordinariamente no existe. En efecto, la limitación más restrictiva del RAS básico es el requisito ineludible de conocer de antemano las sumas por filas y columnas de las matrices a proyectar. Así, a nivel sub-territorial es necesario ir más allá de los márgenes de la matriz de consumos intermedios porque por la información es incompleta acerca del comportamiento de la demanda final (desagregada sectorialmente) y, por consiguiente, también se desconoce el comportamiento de la demanda intermedia. Las relaciones intersectoriales son muy importantes en sí mismas; sin embargo, están convenientemente conectadas con otro tipo de datos. Otras variantes del RAS atienden a este hecho, de ahí que sean de enorme utilidad en este contexto (Pereira López, Carrascal Incera y Fernández Fernández, 2013).

Por lo tanto, se cree que el debate debería centrarse en decidir qué formulación de LQ se debe utilizar, bien sea por sí sola o bien sea complementada con técnicas de ajuste (Lamonica, Recchioni, Chelli y Salvati, 2020). En este capítulo, a efectos de contraste se analizan 12 países de la Área Euro 19 (EA-19) mediante los LQ tradicionales y sus respectivas rectificaciones a través del RAS básico. Se asume que la EA-19 es un territorio con entidad propia dado que los países (sub-territorios) que lo componen tienen muchos vínculos políticos-administrativos entre sí, entre ellos está la propia moneda. Además, al poseer los marcos contables de estos países también es posible aplicar el RAS, y eso permitirá ilustrar la función que desempeñan en este contexto los algoritmos de escala, o de forma alternativa de optimización. Dicho de otro modo, el análisis de contraste ayudará a ver si los LQ deben ser entendidos como piezas separadas o como una fase estimativa (la inicial) dentro de algoritmos más complejos que traten de optimizar la información disponible.

Para realizar lo anteriormente señalado desde la base de datos [naio\_10\_cp1700], se filtraron las tablas IO 2015 de doce países, la razón por la que no se estudian Irlanda, Malta, Finlandia, Grecia, Lituania, Holanda y Luxemburgo es porque o bien no disponen de

tablas IO, o bien mostraban datos confidenciales o provisionales. En concreto los países analizados son: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Eslovenia, Eslovaquia, España, Estonia, Francia, Italia, Letonia y Portugal. A estos efectos, cabe indicar que estos países representaban el 85,59% de la producción del EA-19. En la Figura 15 se indica la proporción que representa cada uno de ellos y como puede observarse es muy diversa. Se hacen tres grupos de cuatro países cada uno, con vistas a descubrir patrones comunes por dimensión en producción.

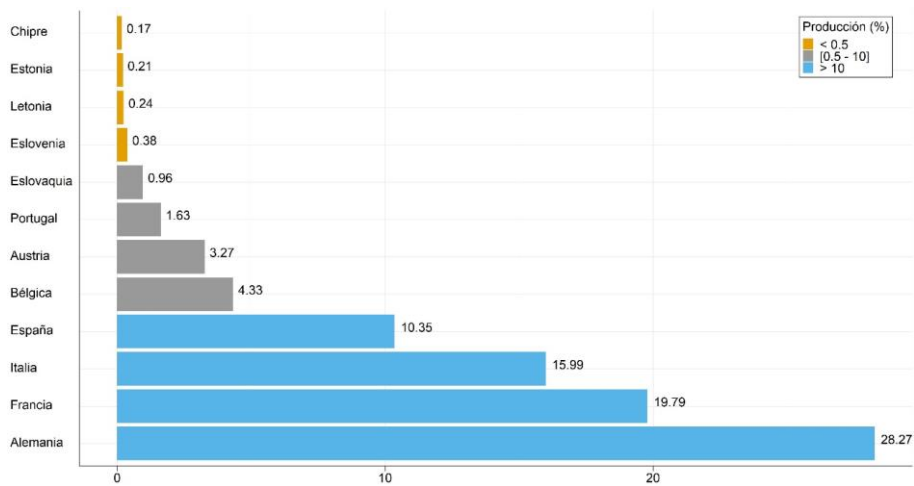


Figura 15. Participación de doce países de la EA-19 sobre la producción total (2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

La estructura de este capítulo responde a un formato estándar. En la sección 2.1 se hace una necesaria introducción. En la sección 2.2 proporciona una breve revisión del parámetro delta asociado a FLQ y AFLQ. En la sección 2.3 se calculan los LQ tradicionales para los 12 países de la EA-19 señalados anteriormente, para después aplicarle el RAS y comprobar cómo se reducen los errores estimativos. Finalmente, se resaltan ciertos aspectos a modo de conclusión en la sección 2.4.

## 2.2 BREVE REVISIÓN DEL PARÁMETRO DELTA ASOCIADOS A FLQ Y AFLQ

Un procedimiento adecuado para construir tablas IO sub-territoriales podría consistir en usar los LQ y después aplicar el Iterative Proportional Fitting (IPF), evidentemente, siempre y cuando sea factible. La función de los LQs es proyectar matrices a partir de ciertas rectificaciones (por filas y columnas) marcadas por el grado de especialización sub-territorial de producción, empleo o valor añadido bruto por industrias. Estas matrices serán las bases sobre las que se aplicarán las correspondientes iteraciones.

Las formulaciones FLQ y AFLQ (10; 13) respectivamente, tienen un parámetro ( $\delta$ ) que debe ser acotado dentro de un intervalo y su valor varía de un sub-territorio a otro. De ahí que múltiples trabajos de investigación se centran en la búsqueda de su valor óptimo en función del tamaño sub-territorial.

Flegg y Weber (2000) consideran que  $0 \leq \delta < 1$  y además, en ausencia de información sugieren que  $\delta = 0,3$ , mientras que Bonfiglio (2009) en Italia analizó la región de le Marche a través de la simulación de Montecarlo. Este autor sostiene que en FLQ el parámetro  $\delta$  se centra en 0,3 con una probabilidad asociada del 33% (si la amplitud del rango se fija en 0,1), y para el AFLQ  $0,3 \leq \delta < 0,4$ , con una probabilidad del 38%.

Cuando Flegg y Thomo (2013) analizaron el caso finlandés (20 regiones) contrastaron el valor del parámetro  $\delta$  en el rango  $0,15 \leq \delta \leq 0,35$ . Sus resultados concuerdan con el estudio de Bonfiglio en que sólo se puede esperar un valor óptimo de  $\delta = 0,3$  en un tercio de las regiones. Esto permite afirmar que el valor de  $\delta = 0,3$  no es válido para todas las regiones y que hay que buscar el óptimo valor.

Kowalewski (2015) observando que el exponente  $\delta$  de la fórmula FLQ es igual para todas las industrias propuso una versión mejorada de FLQ y la llamó SFLQ. La diferencia respecto a FLQ está en el exponente ( $\delta_j$ ) que en este caso tiene el subíndice  $j$ , este implica que las especificidades industriales determinan la propensión a importar. El primer paso para utilizar SFLQ es identificar el valor óptimo  $\delta_j$  específico de la industria y luego comprobar si los sectores con valor

alto o bajo de  $\delta_j$  tienen características comunes, esta es la principal condición para una transferencia de los resultados a otras regiones. Una explicación podría ser la relación entre la concentración industrial a nivel nacional y la propensión de la industria a importar de otras regiones, para dar respuesta a esta explicación Kowalewsky aplicó un modelo de regresión en el que el factor explicativo más prometedor para  $\delta_j$  era el grado de concentración industrial a nivel nacional. La comparación de los LQs y multiplicadores basados en los métodos de estimación le reveló que un valor de  $0,11 \leq \delta \leq 0,17$  produciría los coeficientes de input y los multiplicadores de output más precisos para la región. Este valor parece ser relativamente bajo en comparación con estudios anteriores, que encontraron valores óptimos de  $0,2 \leq \delta \leq 0,3$ .

En 2019, Lampiris, Karelakis y Loizou comparan en las matrices de coeficientes técnicos y en las inversas de Leontief los siguientes LQ: FLQ, AFLQ, SLQ, CILQ y RLQ para 19 países de la Unión Europea. Sus resultados permiten afirmar que la AFLQ y la FLQ proporcionan mejores resultados para los valores de  $\delta$  de 0,1 a 0,3, mientras que para los valores superiores a 0,3 no son satisfactorios.

En respuesta al problema del valor que se debe asignar al parámetro  $\delta$ , Pereira, Carrascal y Fernández (2020) proponen una formulación distinta de los LQ convencionales que se caracteriza por una doble parametrización (2D-LQ) y en la que se acude a un suavizado alternativo de magnitudes. A diferencia de la fórmula AFLQ, esta metodología es más flexible ya que garantiza un tratamiento específico en cada fila y en cada columna (véase el Capítulo 4).

En relación con el IPF, se indica que es un algoritmo de escala – usado en muchos ámbitos– de simple lógica dado que efectúa estimaciones matriciales mediante rectificaciones proporcionales por filas y columnas sobre una matriz base (de forma sucesiva) y de acuerdo con los márgenes, que son conocidos a priori. Stone y Brown (1962) lo emplearon en el ámbito de la economía bajo la denominación de RAS y a partir de ahí comenzó a aplicarse de forma crecida; véase por ejemplo, Bacharach (1970), Morrison y Smith (1974), Sawyer y Miller (1983) o Szymer (1989). Además, varias revisiones de carácter empírico tienden a concluir que, con el mismo tipo de información, los

resultados del RAS difícilmente son superados por otras alternativas, a modo de ejemplo Jackson y Murray (2004). Las formulaciones del RAS básico y otros métodos pueden consultarse en Eurostat/European Commission (2008). Aunque a nivel sub-territorial es difícil poder ejecutar el RAS básico dado que se necesitan conocer los márgenes matriciales, de ahí que sea oportuno recurrir a extensiones del mismo, tal como el Eurométodo o el Path-RAS (Mahajan, S., Beutel, J., Guerrero, S., Inomata, S., Larsen, S., Moyer, B., ... y Rompaey, 2018) .

### 2.3 ANÁLISIS

Para medir el grado de similitud entre matrices oficiales –publicadas por los institutos de estadística– de coeficientes domésticos y las estimadas mediante CILQ, FLQ y AFLQ, con o sin RAS, se suelen emplear distintos estadísticos (Morrison y Smith, 1974; Jackson y Murray, 2004; Bonfiglio, 2005; Bonfiglio y Chelli, 2008; Miller y Blair, 2009; Kowalewski, 2015; Wiebe y Lenzen, 2016; Lamonica y Chelli 2018, Lampiris, Karelaskis y Loizou, 2019; Lamonica et al. 2020). En esta ocasión se recurre al estadístico MAD. Cabe señalar que otros estadísticos presentan un comportamiento similares o muy similares, meramente cambian las formas de relativizar las distancias entre los elementos de las matrices<sup>2</sup>.

#### 2.3.1 Análisis de sensibilidad de los cocientes de localización

Inicialmente se han generado las matrices de coeficientes domésticos para los doce países estudiados mediante las técnicas CILQ, FLQ y AFLQ, se descarta el SLQ por su simplicidad. Como ya se ha visto, el FLQ y el AFLQ tienen incorporado un parámetro, que en cierto modo está asociado a las importaciones interregionales y debe ser delimitado dentro de un intervalo y su valor varía de un sub-territorio a otro.

En la Figura 16 se presentan los MAD relativos a CILQ, FLQ y AFLQ para los 12 países estudiados (2015). Las curvas FLQ y AFLQ

---

<sup>2</sup> Los valores de los métodos LQs y RAS correspondiente al estadístico MAD se pueden observar en el Anexo 3.

son convexas en torno al óptimo, pero superan considerablemente al CILQ a partir de ciertos valores de  $\delta$ . A medida que  $\delta$  tiende a 1, las dos curvas tienen un comportamiento casi asintótico y ambas convergen, aunque no se vea en estas gráficas dado que no se considera un  $\delta$  superior a 0,6. En este sentido, se ve que Chipre (el país más pequeño) tiene un proceder diferente a los demás. Los mínimos globales para  $\delta$  tanto para FLQ como para AFLQ se alcanzan en torno a 0,2, con la única excepción de Alemania (el país de mayor dimensión productiva) para el AFLQ que se aproxima a 0,3. Se entiende que las representaciones gráficas son bastante explícitas y no merecen mayor descripción. Como primera conclusión, se tiene que una vez considerados valores de  $\delta$  por encima de 0,4 se deben rechazar estas dos técnicas.

Pero lo importante viene dado por el grado de aproximación de las distintas matrices. Así, se observa que los países de mayor dimensión se comportan mejor que los restantes, cuestión que no debe sorprender dado que cuanto mayor sea su proporción más se asemejarán las estructuras productivas del EA-19 (territorio de referencia). En efecto, los valores de los MAD de Alemania, España, Francia e Italia son menores que los relativos a los otros países analizados.

## CAPÍTULO 2: Proyecciones de tablas Input-Output sub-territoriales: cocientes de localización

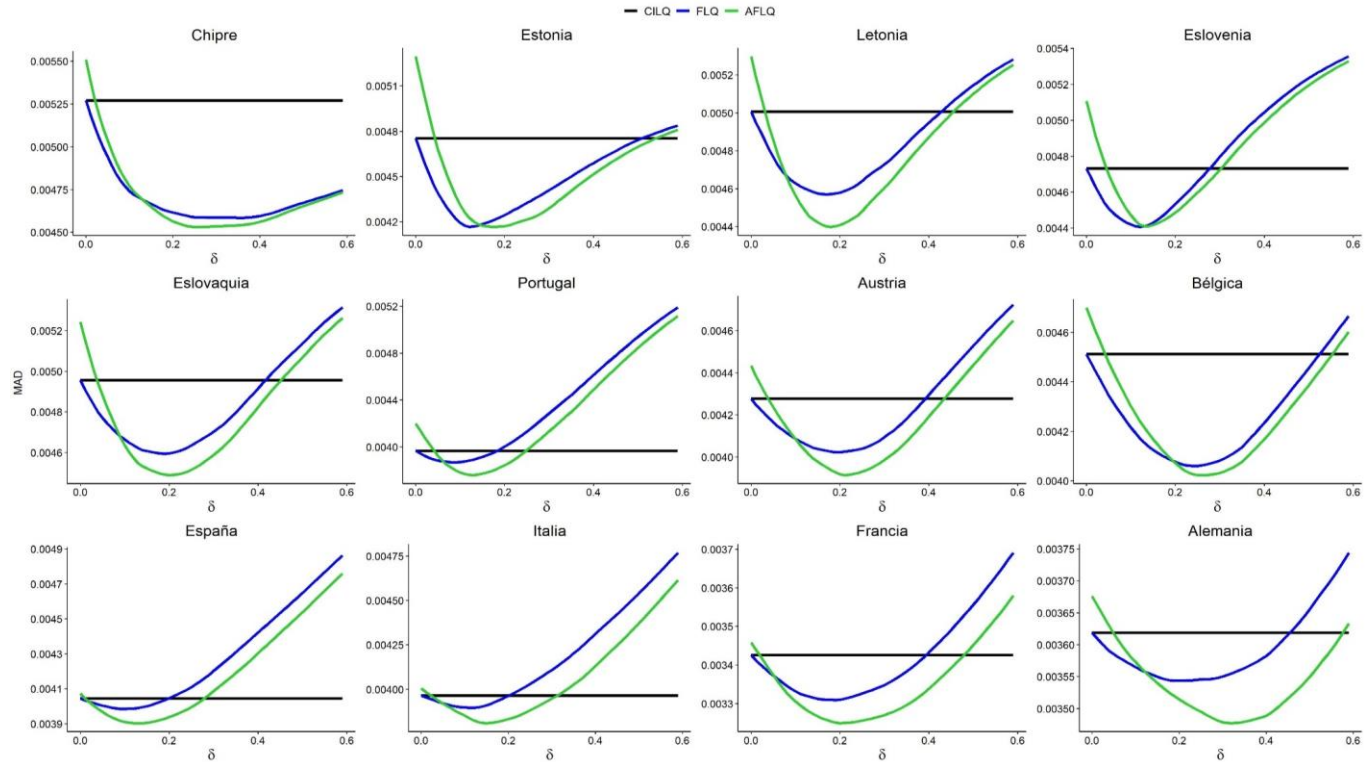


Figura 16. Comparativa de los cocientes de localización tradicionales para doce países de EA-19 (2015).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

### 2.3.2 Los cocientes de localización y posibles ajustes matriciales

La disponibilidad de marcos contables para los 12 países objeto de estudio permite aplicar el RAS básico. Dentro de los potenciales casos de información disponible para ejecutar ajustes en sistemas de cuentas, el ideal sería aquel en el que se conocen las márgenes de los consumos intermedios. Ahora bien, cuando la información es escasa se exige la implementación de algoritmos más complejos y como es de esperar las estimaciones serán más sesgadas frente a las matrices reales. Se tomarán los resultados del RAS sobre las matrices *prior* CILQ, FLQ y AFLQ como escenarios óptimos, en el sentido de que difícilmente se podrían superar. Esta circunstancia probablemente contribuya a discernir si los LQ pueden ser usados como técnicas aisladas o como la (primera) fase estimativa en procesos iterativos.

La Figura 17 aporta información del MAD a través de las proyecciones mediante CILQ, FLQ y AFLQ para los 12 países estudiados (año 2015), así como sus correspondientes correcciones a través del RAS. Se sigue respetando el orden del tamaño de los sub-territorios con vistas a enfatizar cierta relación inversa entre tamaño y distancias entre matrices reales y estimadas, cuestión que se manifiesta a grandes rasgos en los 6 procesos estimativos. La mencionada relación es fácil de razonar, por ejemplo, Alemania, con un peso significativo es lógico que explique en buena medida las estructuras productivas de la EA-19 y que el marco del territorio (EA-19) facilite más las proyecciones LQ (para Alemania). Por la contra, Chipre o países de dimensión reducida contribuyen muy poco al cómputo global y por eso las proyecciones se distancian de sus entramados económicos (reales).

En relación al posicionamiento de los 6 valores del estadístico MAD, país a país, se observa como el CILQ aporta los peores resultados, seguido del FLQ y AFLQ. Así se veía con mayor nitidez en la Figura 16. No se debe olvidar que para estos dos últimos LQ los resultados dados son relativos a los óptimos de  $\delta$ , que de antemano no se saben en dónde se encuentran, tal como se apuntó en la subsección anterior. En concreto, el AFLQ aporta las siguientes mejoras del MAD respecto al CILQ: Chipre (14,04%), Estonia (12,35%), Letonia (12,13%), Eslovenia (6,77%), Eslovaquia (9,42%), Portugal (5,22%),

Austria (8,46%), Bélgica (10,85%), España (3,51%), Italia (3,93%), Francia (5,15%) y Alemania (3,91%). Los países de mayor tamaño tienen un MAD menor por lo que es admisible un superior margen.

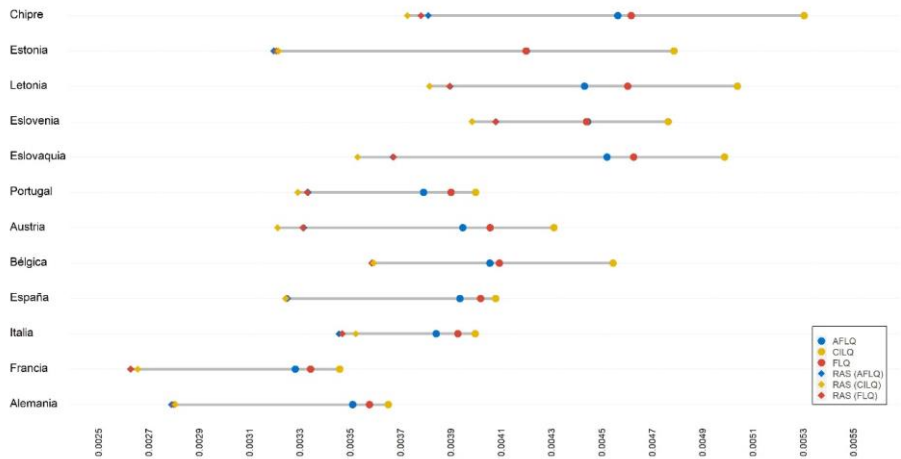


Figura 17. Performance de los LQs con sus respectivos ajustes RAS para doce países del EA-19 (2015).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Cierto es que una vez aplicado el RAS no se desprende un patrón común en cuanto al orden de los errores cometidos en la estimación. Más bien, se manifiesta una convergencia, independientemente de la proyección LQ preliminar. A modo de ejemplo, tomando el RAS sobre el CILQ y comparándolo con el CILQ se reducen las distancias matriciales notablemente, en concreto de la siguiente forma: Chipre (29,90%), Estonia (33,05%), Letonia (24,43%), Eslovenia (16,48%), Eslovaquia (29,42%), Portugal (17,82%), Austria (25,66%), Bélgica (21,08%), España (20,63%), Italia (11,98%), Francia (23,43%) y Alemania (23,37%). Las cifras de aproximación no son despreciables, que en el contexto sub-territorial se verían alteradas por los ajustes obtenidos a través de variantes metodológicas del RAS, u otros métodos alternativos, que sean aplicables de acuerdo con los datos disponibles.

## 2.4 CONCLUSIONES

En base al estudio hecho aquí, se ratifica un ranking –de mejor a peor– de métodos LQ: AFLQ, FLQ y, por último, CILQ.

De algún modo continúa abierto el debate iniciado por Lamónica et al. (2020), en relación a la aplicación del RAS básico en este contexto. La principal conclusión radica en que los LQ tradicionales no aprovechan debidamente la información disponible, por lo que se debe ir hacia formulaciones más complejas y/o aplicar los ajustes viables. Simplemente se recuerda que a nivel sub-territorial se hace complicado acudir al RAS básico, u otros métodos similares como el de entropía cruzada, porque siempre son escenarios con poca información por sectores.



## **CAPÍTULO 3:**

# **UNA MODIFICACIÓN DEL COCIENTE DE LOCALIZACIÓN INTERINDUSTRIAL PARA LA PROYECCIÓN DE LAS TABLAS INPUT-OUTPUT REGIONALES**

Como resultado del presente capítulo se envió un artículo científico titulado “A modification of the cross-industry location quotient for projecting regional input-output tables” a la revista de Economía Mundial, cabe destacar, que el artículo está en fase de revisión (para mayor información véase el Anexo 7).

### **Contribución en el artículo enviado**

Todos los autores han hecho contribuciones sustanciales. Específicamente, el doctorando participó en el diseño de la investigación, recopiló y preparó los datos; así mismo, hizo el análisis formal, las tablas, figuras y contribuyó en el apartado de las discusiones y conclusiones.

### **Nombres y la filiación de los coautores y su orden**

<b>Coautor 1</b>	<b>Napoleón Guillermo Sánchez Chóez</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano Escuela Politécnica Nacional (Quito-Ecuador)
<b>Coautor 2</b>	<b>Xesús Pereira López</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de Economía Cuantitativa Universidade de Santiago de Compostela
<b>Coautor 3</b>	<b>Melchor Fernández Fernández</b>

Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de fundamentos del análisis económico Universidade de Santiago de Compostela

**Referencia completa de la publicación:** No disponible

**Editorial:** Universidad de Huelva, Publicaciones

**ISSN:** 15760162

### 3.1 INTRODUCCIÓN

Al igual que otras técnicas estimativas, FLQ y AFLQ necesitan de contrastes adecuados para garantizar un uso controlado, especialmente en lo que se refiere al tratamiento de la información disponible. En este contexto, los distintos grados de especialización sectoriales pueden ser empleados de forma distorsionada o no. Lo mismo sucede con la proporción del sub-territorio (sobre el territorio de referencia), que es considerado como un dato fundamental en las proyecciones. Las técnicas FLQ y AFLQ incorporan un parámetro que ejerce una desviación sobre el tamaño sub-territorial que debe ser acotado dentro de un intervalo y su valor óptimo varía de un sub-territorio a otro (Kowalewski 2015; Flegg y Tohmo 2016). Recientemente, Pereira-López et al. (2020) plantearon una formulación de LQs de carácter bidimensional, en la que existen dos parámetros a optimizar. Se verá que la forma de incorporar los parámetros en las formulaciones no es una cuestión menor porque condicionan en distinto grado los resultados obtenidos a partir de la escasa información disponible. Todo indica que se alarga la búsqueda de refinamientos más eficientes para generar tablas IO sub-territoriales. En este sentido, se apunta una vía que emplea un parámetro de forma distinta a lo que se hacen las técnicas FLQ y AFLQ, además acota mejor los errores estimativos. En otras palabras, se recomendará una técnica más simple, al menos en apariencia.

En relación con la estructura del capítulo, se indica que después de esta introducción (sección 3.1), en la sección 3.2 se hace una propuesta

metodológica. La sección 3.3 se describe los datos utilizados y se ejecuta un análisis de la robustez de la mencionada propuesta en base a 10 países de la Área Euro 19 (EA-19) para los años 2010 y 2015. Por último (en la sección 3.4), se profundiza en la comparación del método propuesto con los utilizados habitualmente y también se resaltan las principales conclusiones.

### 3.2 UNA MODIFICACIÓN DEL COCIENTE DE LOCALIZACIÓN INTERINDUSTRIAL

Inicialmente, se trata de reescribir los LQ buscando aquellas simplificaciones que sugieran o favorezcan el diseño de posibles alternativas metodológicas.

Las rectificaciones vía CILQ se pueden expresar de la siguiente forma:

$$a_{ij}^R = \begin{cases} \frac{SLQ_i}{SLQ_j} a_{ij}^N = \frac{wx_i^R}{wx_j^R} a_{ij}^N, & \text{Si } wx_i^R \leq wx_j^R. \\ a_{ij}^N, & \text{Si } wx_i^R > wx_j^R. \end{cases} \quad (19)$$

o, una vez ejecutadas ciertas simplificaciones, surge una expresión alternativa:

$$a_{ij}^R = \begin{cases} x_i^R d_{ij}^N \frac{1}{x_j^R}, & \text{Si } wx_i^R \leq wx_j^R. \\ a_{ij}^N, & \text{Si } wx_i^R > wx_j^R. \end{cases} \quad (20)$$

De este modo, puede verse como muchos coeficientes nacionales no son rectificadas y la proyección de los restantes simplemente consiste en aprovechar la estructura (por filas) de los coeficientes de distribución para estimar una matriz de consumos (regional) y, acto seguido, calcular los coeficientes técnicos. De tal forma que las correcciones ejecutadas son de carácter proporcional de acuerdo con la

producción de los sectores regionales, sin diferenciar los grados de especialización.

La fórmula de Flegg plantea más rectificaciones sobre las celdas al introducir un escalar  $\lambda$  asociado al tamaño regional, que por definición toma valores inferiores a 1. En principio,  $\lambda$  podría tomar valores comprendidos entre 0,80 y 0,90, como resultado de aplicar su fórmula en función de los distintos tamaños regionales y los valores de los exponentes  $\delta$  (que varían en función del tamaño). Por lo tanto, se formalizaría la proyección

$$a_{ij}^R = \begin{cases} \lambda \left( x_i^R d_{ij}^N \frac{1}{x_j^R} \right), & \text{Si } \frac{wx_i^R}{wx_j^R} \leq \frac{1}{\lambda}. \\ a_{ij}^N, & \text{Si } \frac{wx_i^R}{wx_j^R} > \frac{1}{\lambda}. \end{cases} \quad (21)$$

Realmente, los FLQ no ofrecen cambios significativos frente a los CILQ, tan solo reducen de forma lineal las celdas rectificadas, aunque éstas son más (que en el caso de aplicar los CILQ) y su número será mayor cuanto menor sea el valor de  $\lambda$ .

La técnica AFLQ introduce una matización trascendental al darle un tratamiento específico a aquellos  $SLQ_j > 1$ . Al aplicarle el suavizado semi-logarítmico se tiene que  $1 < \log_2(1 + SLQ_j) < SLQ_j$ . La distancia entre  $\log_2(1 + SLQ_j)$  y  $SLQ_j$  aumenta a medida que nos alejamos de 1, por lo que se rompe la proporcionalidad. De tal forma que

$$\begin{aligned}
 & a_{ij}^R \\
 = & \begin{cases} \lambda \left( x_i^R d_{ij}^N \frac{1}{x_j^R} \right) \log_2(1 + SLQ_j), & \text{Si } \frac{wx_i^R}{wx_j^R} \leq \frac{1}{\lambda} \text{ y } SLQ_j \geq 1. \\ \lambda \left( x_i^R d_{ij}^N \frac{1}{x_j^R} \right), & \text{Si } \frac{wx_i^R}{wx_j^R} \leq \frac{1}{\lambda} \text{ y } SLQ_j < 1. \\ a_{ij}^N \log_2(1 + SLQ_j), & \text{Si } \frac{wx_i^R}{wx_j^R} > \frac{1}{\lambda} \text{ y } SLQ_j \geq 1. \\ a_{ij}^N, & \text{Si } \frac{wx_i^R}{wx_j^R} > \frac{1}{\lambda} \text{ y } SLQ_j < 1. \end{cases} \quad (22)
 \end{aligned}$$

El hecho de que  $SLQ_j \geq 1$  no implica que  $\frac{wx_i^R}{wx_j^R} \leq \frac{1}{\lambda}$ , y que  $SLQ_j < 1$  tampoco implica que  $\frac{wx_i^R}{wx_j^R} > \frac{1}{\lambda}$ . De ahí que sea necesario distinguir los cuatro escenarios.

Recapitulando, al trabajar con SLQ sin aplicarle ningún tipo de suavizado surgen simplificaciones que hacen desaparecer la información relativa el tamaño regional, por lo que se pierde el grado de especialización de los distintos sectores productivos. En la fórmula de Flegg, el tamaño regional de algún modo se respeta a través de valor del parámetro  $\lambda$ . Ahora bien, este parámetro está determinado por el tamaño regional y por el exponente que afecta al suavizado semi-logarítmico, que según varía el tamaño regional así debe variar el exponente para obtener valores razonables en las proyecciones. En esencia, para AFLQ hay rectificaciones por columnas que rompen la proporcionalidad de la rectificación, pero también es cierto que existen múltiples suavizados que logran un efecto similar.

La fórmula FLQ, y su versión ampliada tienen una peculiaridad que las condiciona: el uso de un único parámetro que incide de forma homogénea (lineal) sobre los CILQ. Y no sólo eso, la formulación de los CILQ es la base de las propuestas posteriores. Es aquí en donde se plantea una duda de carácter metodológico, porque la incidencia de los

SLQ por filas y columnas tiene una relación directa e inversa, que a su vez puede ser recíproca, en función de los valores de los SLQ, al menos por columnas. Esas relaciones directas e inversas, sin ningún tipo de distorsión, implican en determinados casos simplificaciones en las fórmulas que conllevan rectificaciones demasiado simples (aunque a priori podrían ser adecuadas). De ahí que se propone introducir en la formulación CILQ un suavizado exponencial sobre aquellos  $SLQ_j > 1$ . Abreviadamente puede simbolizarse esta variante mediante ACILQ. Para ello se introduce –a modo de exponente– un parámetro,  $\gamma$ , que refleja una variación en la formulación:

$$CILQ_{ij}(\gamma) = SLQ_i(SLQ_j)^{-\gamma}. \quad (23)$$

De tal forma que la proyección ACILQ será

$$a_{ij}^R = \begin{cases} SLQ_i a_{ij}^N (SLQ_j)^{-1}, & \text{Si } SLQ_j \leq 1. \\ SLQ_i a_{ij}^N (SLQ_j)^{-\gamma}, & \text{Si } SLQ_j > 1. \end{cases} \quad (24)$$

De acuerdo con Jensen, Mandeville and Karunaratne (2017), si  $CILQ_{ij}(\gamma) > 1$  no se aplica la rectificación. Esta idea de no rectificación al alza de los coeficientes técnicos del territorio de referencia se mantiene en las formulaciones antecedentes, con la única excepción de algunas celdas en AFLQ, al aplicarle la multiplicación de  $\log_2(1 + SLQ_j)$  sobre los  $FLQ_{ij}$  para los  $SLQ_j > 1$ . Pereira-López et al. (2020), en un contexto distinto (para coeficientes domésticos) contemplan correcciones al alza, eso sí controladas mediante una adaptación de la función tangente hiperbólica.

Se trata de ver si esta formulación aporta mejores resultados que el caso particular (CILQ) en donde  $\gamma$  es igual a 1. No se acotan los valores de dicho parámetro, pero se sobreentiende que tomarán valores próximos al caso particular. Evidentemente que cuando los grados de especialización por columnas son muy superiores a 1 se provocaría un efecto exagerado en las correspondientes rectificaciones, por lo que deben ser tratados de forma coherente con los restantes. En definitiva, la idea aportada por Flegg, con relación a las rectificaciones por

columnas, no debe despreciarse y de algún modo se refleja en esta propuesta.

### 3.3 ANÁLISIS

En esta sección se formalizarán los contrastes de robustez de las fórmulas especificadas anteriormente. A estos efectos desde la base de datos [naio\_10\_cp1700], fueron seleccionadas las tablas IO (2010 y 2015) de flujos totales a precios básicos 64x64 productos por productos de diez países del Área Euro 19 (EA-19), en concreto, Alemania, Austria, Bélgica, Eslovenia, Eslovaquia, España, Estonia, Francia, Italia y Letonia. La citada extracción se basa en el sistema de clasificación the European System of Accounts (ESA) 2010, específicamente en la Classification of productd by Activity (CPA) 2008. Cabe indicar que Irlanda, Malta, Portugal, Finlandia, Grecia, Lituania, Países Bajos, Chipre y Luxemburgo no disponían las tablas IO para uno o los dos años analizados, o bien mostraban datos confidenciales o provisionales. Por estas razones los restantes nueve países fueron excluidos del presente análisis.

Es fundamental tener controladas las proyecciones de las tablas IO sub-territoriales. De forma más concreta, hay que comprobar si la modificación planteada es susceptible de uso. Con esta finalidad, en el análisis gráfico se empleó el STPE. Este estadístico calcula globalmente la distancia relativa entre los coeficientes estimados y los coeficientes reales (Jalili, 2000; Jackson y Murray, 2004; Bonfiglio 2005; Flegg et al., 2016; Lampiris et al., 2019). Con vistas a reforzar el análisis gráfico, en el Anexo 4, también constan los resultados obtenidos a través de los restantes cuatro estadísticos, que son muy empleados en este ámbito de trabajo.

A través del STPE se cuantifica de forma global el grado de similitud entre las matrices estimadas de los coeficientes técnicos (mediante CILQ, FLQ, AFLQ y ACILQ) y matrices reales. En este estudio se contrastan las matrices elemento a elemento, a diferencia de otros que se centran solamente en las sumas por filas o columnas. Se entiende que trabajar con los vectores suma (por filas o columnas) es inexacto dado que fácilmente se pueden compensar errores, al menos para coeficientes técnicos.

A efectos prácticos, se han generado los coeficientes técnicos a nivel sub-territorial mediante las técnicas consideradas. Se optó por utilizar los outputs sectoriales, en vez del vector de empleo o de valor añadido, de acuerdo con Flegg y Tohmo (2019).

Primeramente, se centra la atención en el ACILQ para, después, compararlo con las técnicas previas. Aunque no se entra en una descripción detallada, se indica que la calidad de las aproximaciones de las distintas matrices objeto de contraste es cardinal. En el Anexo 4 se observa que los países de mayor dimensión se comportan mejor que los de menor tamaño, hecho razonable dado que cuanto mayor sea su proporción más se asemejarán las estructuras productivas al área de referencia. Por ejemplo, los STPE de Alemania, España, Francia e Italia, tanto para 2010 y 2015, son menores que los relativos a los otros seis países examinados. Este patrón se da para los distintos estadísticos. Los valores indicados responden a los óptimos alcanzados para las distintas técnicas, pero es preciso aclarar que el comportamiento de las distintas funciones, que dependen de los parámetros asociados a los LQs, es similar para los distintos estadísticos. Obviamente, las diferencias vienen dadas por la distinta forma de normalizarlos.

En las Figuras 18 y 19 se presentan los errores (expresados en porcentajes) que se consuman al desviarse del valor óptimo del parámetro de la técnica ACILQ,  $\gamma^*$ , para los diez países estudiados (2010 y 2015, de forma respectiva). En ambas figuras se ve que las correspondientes curvas son convexas (o prácticamente convexas) en torno al  $\gamma^*$ . Comparando las gráficas de cada país, entre el año 2010 y el 2015, se ve que las diferencias son mínimas, sobre todo para los países de mayor tamaño. Letonia y Eslovenia alcanzan unos mínimos para parámetros distantes entre sí, sub-territorios con un peso insignificante dentro de EA-19. A diferencia del CILQ, tan solo se está actuando en ciertas columnas a través de un suavizado –con un parámetro a optimizar– precisamente para evitar rectificaciones acusadas al ser el  $SLQ_j > 1$ .

Efectivamente, los resultados indican que la matización de Flegg (aplicada en el CILQ) es congruente. De hecho, para los distintos casos –aquí estudiados– se comprueba que las rectificaciones de acuerdo con el valor dado por el LQ simple no garantizan el óptimo. La única

excepción es Estonia para el año 2015, que admite un  $\gamma^*$  próximo al valor 1. Pero en los demás casos los valores son inferiores a 1, o incluso negativos.

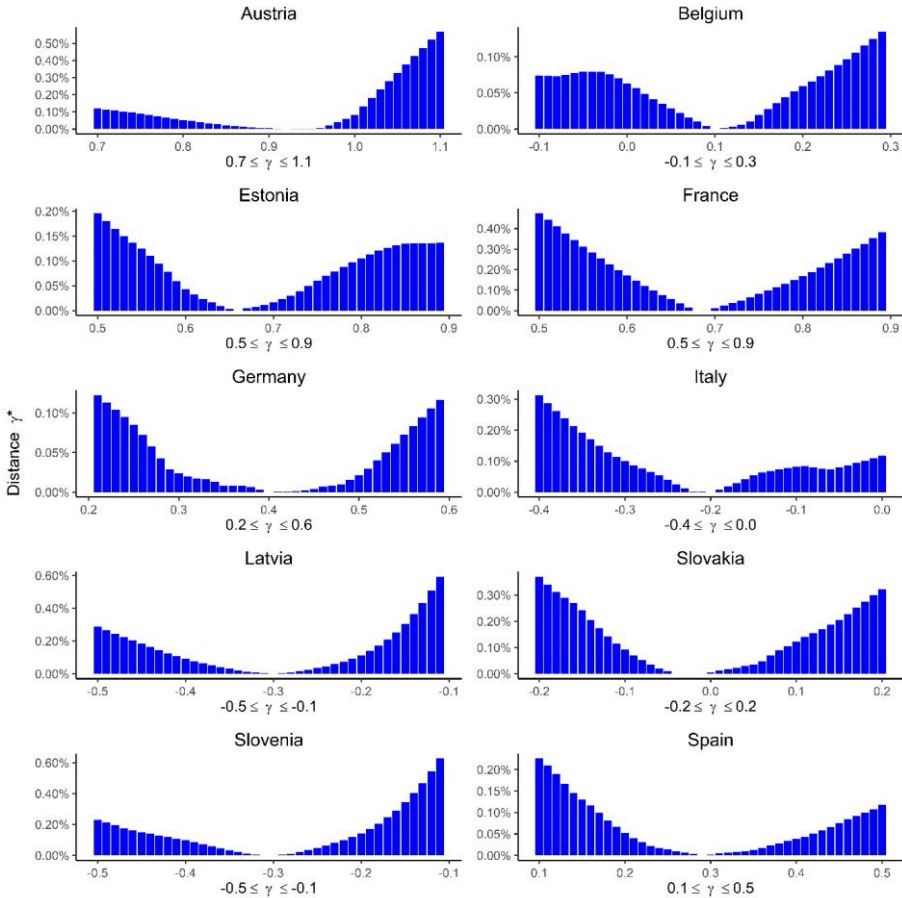


Figura 18. Análisis de sensibilidad de ACILQ mediante STPE para diez países de la EA-19 en 2010.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Como pauta general, se puede afirmar que el parámetro  $\gamma$  no es muy sensible; es decir, en aquellos casos en donde no coinciden con el mínimo global (se entiende por desconocimiento del parámetro óptimo) no son elevados los errores detectados. Esta característica es de vital

importancia porque el parámetro  $\delta$  (asociado a las técnicas FLQ y AFLQ) no se comporta así. Posteriormente se ejecutará una comparación entre el  $\gamma^*$  y los valores de  $\delta$ . La función que ejerce el parámetro  $\gamma$  en la formulación explica los valores reducidos (en porcentaje) del eje de las ordenadas. Es así, al actuar sobre determinadas columnas y de una forma controlada no se incurre en errores significativos.

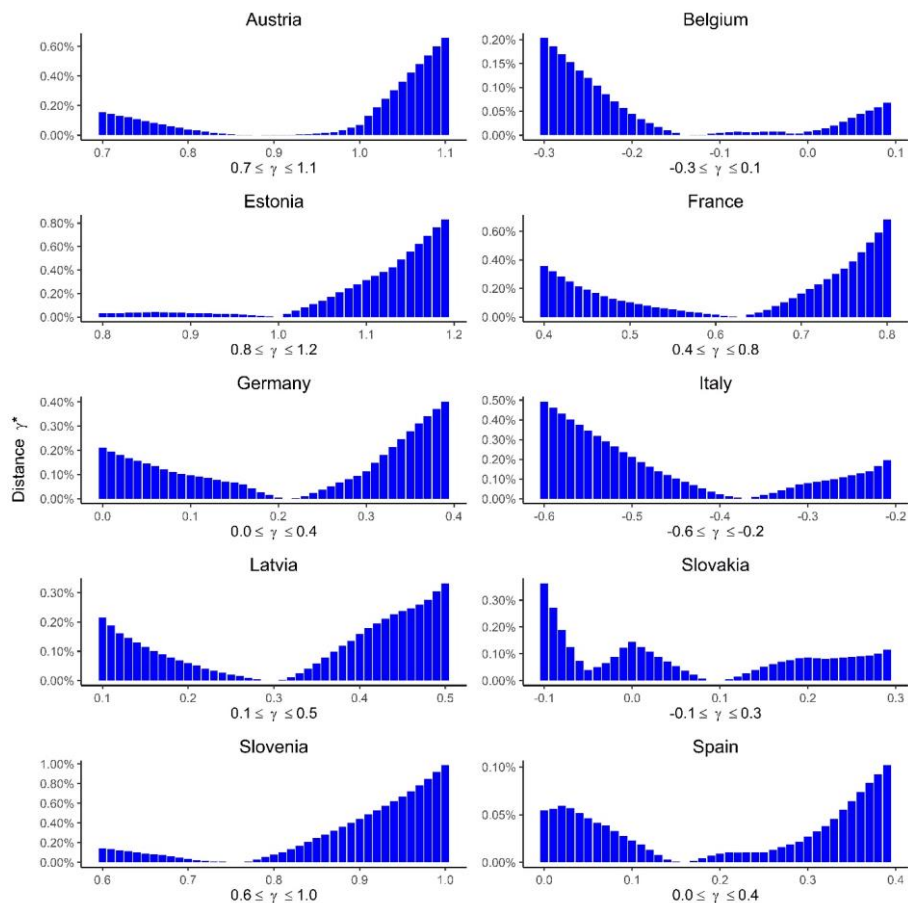


Figura 19. Análisis de sensibilidad de ACILQ mediante STPE para diez países de la EA-19 en 2015.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

### 3.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta última sección se comparan los parámetros de los métodos AFLQ y ACILQ con vistas a intentar desvelar posibles líneas a seguir en el diseño formulaciones LQs en un futuro. De forma especial se pretende ver el rol que desempeñan los suavizados utilizados y sobre que variables deberían actuar los mismos para evitar trabajar con parámetros sensibles. De acuerdo con el Anexo 4, se tiene que las proyecciones mediante CILQ, FLQ y AFLQ para los países estudiados revelan cierta relación inversa entre tamaño territorial y distancias entre matrices reales y estimadas. Además, se ratifica un ranking –de mejor a peor– de los métodos previos: AFLQ, FLQ y, por último, CILQ. De ahí que para esta comparación descartemos las técnicas FLQ y CILQ.



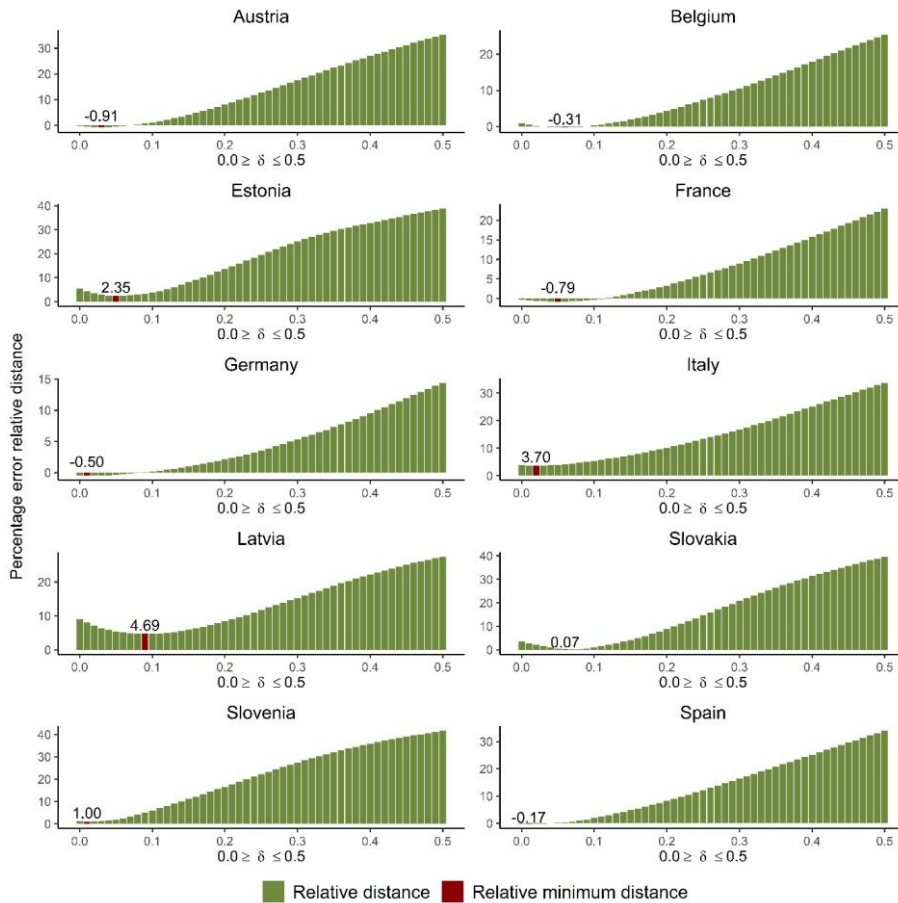


Figura 20. Distancia relativa entre ACILQ ( $\gamma^*$ ) y AFLQ ( $\delta$ ), en porcentajes para el año 2010. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Como se ha visto, AFLQ tiene incorporado el parámetro  $\delta$ . Acerca del valor óptimo de este parámetro se ha discutido bastante y es lógico que varíe de acuerdo con el tamaño del sub-territorio, pues en realidad se pretende buscar un  $\lambda$  medianamente acotado ya que este depende de  $\delta$ . Por ejemplo, Lampiris et al. (2019) contrastaron estas técnicas para varios países de la Unión Europea. Sus resultados permiten afirmar que AFLQ provee mejores resultados para los valores de  $\delta$  de 0,1 a 0,3, mientras que para los valores superiores a 0,3 no son satisfactorios.

Estos resultados son similares a los que surgen en esta aplicación, véase el Anexo 4.

Ahora bien, es de rigor comparar la sensibilidad del  $\delta$  (asociado al método AFLQ) en relación con el  $\gamma^*$ . Así en las Figuras 20 y 21, se reflejan las distancias relativas medidas a través del STPE entre el ACILQ ( $\gamma^*$ ) y la función dada por AFLQ ( $\delta$ ).

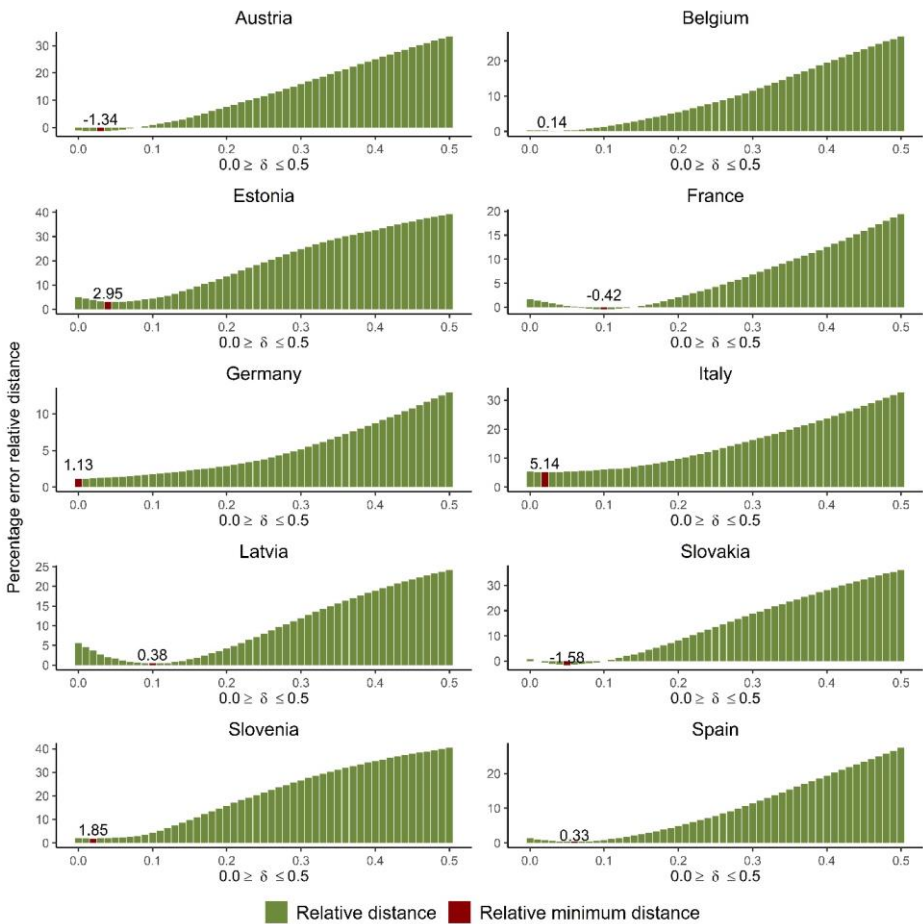


Figura 21. Distancia relativa entre ACILQ ( $\gamma^*$ ) y AFLQ ( $\delta$ ), en porcentajes para el año 2015.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Los valores del entorno del  $\gamma^*$  no empeoran las estimaciones de una forma acusada. En estas figuras también se observa que las curvas AFLQ son de carácter convexo y a medida que  $\delta$  tiende a 1 presentan un comportamiento casi asintótico. En efecto, cuando  $\delta$  supera el valor 0,25 es descartable, incluso el CILQ básico garantiza menores errores. Aunque no se muestran las curvas FLQ, conviene decir que prácticamente convergen con las AFLQ dado que son formulaciones muy similares. Además, existen unos intervalos bastante reducidos en donde las técnicas FLQ, AFLQ mejoran las proyecciones CILQ. Por lo que una vez superados los correspondientes extremos de los intervalos habría que rechazarlas. Evidentemente que el parámetro de AFLQ es mucho más sensible que el de la formulación propuesta, basta con observar los valores de los ejes de ordenadas.

También es oportuno comparar los STPE obtenidos por los LQs analizados. De ahí la razón de presentar en las Figuras 22 y 23 la posición de superioridad en relación con aquella técnica que presenta un STPE menor. Para facilitar la interpretación de los porcentajes de mejora se acompaña para cada país el correspondiente valor del STPE vinculado a la fórmula modificada de Flegg, que es la técnica más demanda. Es evidente que a mayores valores del estadístico más posibilidades de reducir los errores en las proyecciones. Por ejemplo, Letonia para el año 2010 presenta unas desviaciones más acusadas que los otros nueve países por lo que es entendible su gráfica. Aunque se han incorporado bastantes países al estudio, todo indica que a partir de una porción (mínima) territorial las proyecciones *non-survey* comienzan a ser cuestionables, lo que a su vez es comprensible.

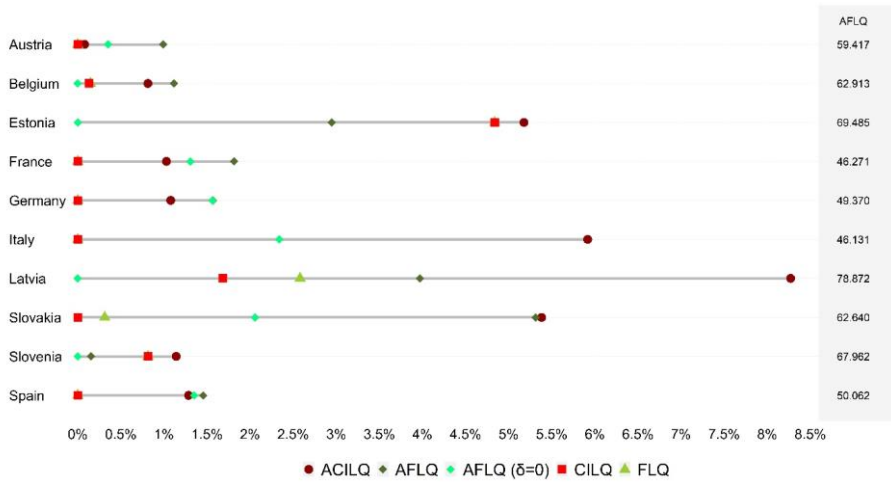


Figura 22. Ranking de técnicas LQs para diez países del EA-19 año 2010.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

También se destacan los AFLQ para  $\delta$  igual a 0. Se cree acertado detenerse en este aspecto dado que supone no tener en cuenta el tamaño regional. Probablemente sea revelador comprobar las posiciones entre AFLQ y este caso particular. De hecho, en casi todos países –aquí estudiados– esa no rectificación, dada por  $\lambda$  igual a 1, apenas empeora los resultados. Como se sabe, al tomar como base AFLQ se practica un suavizado para determinadas columnas. Ahora bien, mediante el ACILQ se busca un óptimo a través del parámetro que rectifica los grados de especialización superiores a 1. El óptimo no coincide con el valor de rectificación obtenido mediante al suavizado semi-logarítmico de Round, aunque en determinados casos se acerca bastante. Por ejemplo, Alemania para el año 2010 aproxima mejor AFLQ para  $\delta$  igual a 0 que ACILQ, eso quiere decir que las rectificaciones al alza, que permite AFLQ, son adecuadas en este caso. Por lo que la idea de Jensen et al. (2017) también podría ser objeto de revisión. La técnica ACILQ no siempre es la dominante, pero en el cómputo global marca una diferencia notable. Por ejemplo, para Austria el ACILQ no destaca en los dos Ranking elaborados, si bien todos los LQs aportan valores muy parecidos para el STPE, dado que las mejoras no alcanzan el 2%.

Es enorme el número de investigaciones que se centran en encontrar el  $\delta$  óptimo. Así, sin negarles su interés, aquí se logran unos resultados que invitan a reconsiderar las tareas de proyección IO regional. El tamaño regional es un condicionante claro en las distintas proyecciones, pero este ya puntualiza cada uno de los grados de especialización sectorial a través del CILQ. Por lo que se presenta un dilema a resolver, en el sentido de que ya es suficiente con computarlo en los grados de especialización sectoriales o, por lo contrario, que se considere de nuevo a nivel global (según la formulación de Flegg).

Todos estos procesos de optimización parten de la misma información básica, pero el diseño de las fórmulas requiere de medidas de robustez más sólidas. Los estadísticos empleados en este ámbito son medidas globales que se deberían reforzar con un control de coeficiente a coeficiente para detectar las desviaciones (por exceso o defecto) en las que se incurren y que, en consecuencia, sesgarían los resultados obtenidos a través de los multiplicadores asociados a las proyecciones.

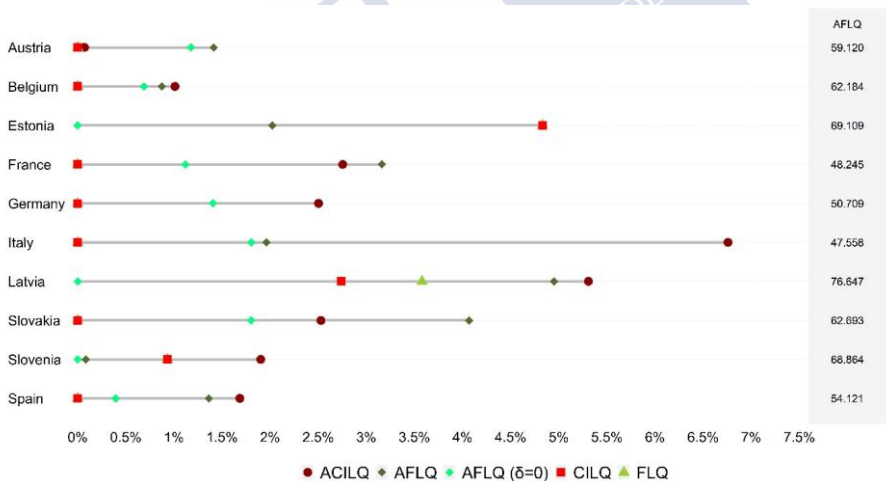


Figura 23. Ranking de técnicas LQs para diez países del EA-19 año 2015.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Se pone de manifiesto que el ACILQ aporta estimaciones medianamente aceptables en relación con los LQs previos (CILQ, FLQ y AFLQ), por lo que esta técnica es susceptible de uso, sin necesidad

de recurrir a técnicas más complejas. Siempre y cuando exista información adicional, es recomendable concluir la generación de tablas IO con procesos de ajuste. Así, se sugieren ejecutar los posibles ajustes sobre las proyecciones mediante el Eurométodo o el Path-RAS (Mahajan et al. 2018).

En definitiva, el principal objetivo de este capítulo se centraba en detectar posibles debilidades en las técnicas LQs comúnmente empleadas. Para ello se han reescrito las correspondientes fórmulas para detectar simplificaciones que en la práctica conllevan a un cierto desperdicio de información disponible. Se ha visto que la revisión del CILQ, a través de la idea explotada por Flegg en su fórmula modificada, proporciona resultados aceptables. Se entiende que de esta forma se contribuye a un debate –probablemente disimulado– en este ámbito científico. Es decir, es cuestión de ver si será oportuno incidir en el avance en la búsqueda de LQs más complicados o, por la contra, es aconsejable revisar las fórmulas iniciales para explotarlas de una forma eficiente. Los dos enfoques tampoco son incompatibles, pero está claro que los procedimientos simples propician un mayor número de usuarios de la metodología IO.



## **CAPÍTULO 4:**

### **PERFORMANCE DE LOS COCIENTES DE LOCALIZACIÓN BIDIMENSIONALES PARA CONSTRUIR TABLAS INPUT-OUTPUT**

Como resultado del presente capítulo se publicó un artículo científico titulado “Performance of bidimensional location quotients for constructing input–output tables” en la revista Journal of Economic Structures (para mayor información véase el Anexo 7)

#### **Contribución en el trabajo publicado**

Todos los autores han hecho contribuciones sustanciales. Específicamente, el doctorando participó en el diseño de la investigación, recopiló y preparó los datos; así mismo, hizo el análisis formal, las tablas, figuras y contribuyó en el apartado de las discusiones y conclusiones. Además participó en la elaboración del archivo adicional que está en la publicación como “supplementary materials”.

#### **Nombres y la filiación de los coautores y su orden**

<b>Coautor 1</b>	<b>Xesús Pereira López</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de Economía Cuantitativa Universidade de Santiago de Compostela
<b>Coautor 2</b>	<b>Napoleón Guillermo Sánchez Chóez</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano Escuela Politécnica Nacional (Quito-Ecuador)
<b>Coautor 3</b>	<b>Melchor Fernández Fernández</b>
Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA)

	Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de fundamentos del análisis económico Universidade de Santiago de Compostela

### Referencia completa de la publicación

Pereira-López, X., Sánchez-Chóez, N. G., & Fernández-Fernández, M. (2021). Performance of bidimensional location quotients for constructing input–output tables. *Journal of Economic Structures*, 10(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40008-021-00237-5>

**Editorial:** Springer Open

**ISSN:** 21932409

### 4.1 INTRODUCCIÓN

El valor desconocido del parámetro de las técnicas FLQ y AFLQ causa varios problemas y su cálculo es arduo (Lampiris et al. 2019), probablemente venga motivado porque es bastante sensible, debido al diseño de las correspondientes fórmulas. Recientemente, Pereira-López et al. (2020) en un contexto de idéntica información disponible ejecutan una reformulación de LQs de carácter bidimensional (para tablas de flujos domésticos aunque extrapolable a flujos totales con ciertos matices), por lo que se emplean dos parámetros. Ahora bien, estos parámetros no están asociados al tamaño de los sub-territorios sino al grado de especialización de las diversas ramas de actividad y al tamaño sectorial (por filas y columnas, de forma respectiva) por lo que la sensibilidad de los mismos va a ser distinta, en comparación con el parámetro tanto del FLQ como del AFLQ.

Así que el principal propósito de este capítulo es obtener un *performance* de los LQs y, en particular, encontrar la manera más efectiva de hallar los parámetros tipo que se usan en sus formulaciones, con una atención especial sobre el 2D-LQ. En relación con su estructura, se indica que después de esta introducción (sección 4.1), la sección 4.2 proporciona una revisión del método 2D-LQ. En la sección 4.3 se presentan los efectos de los suavizados en las fórmulas LQs, en

la sección 4.4 se describen los datos utilizados y se analizan los LQs tradicionales y el método 2D-LQ. Finalmente, en la sección 4.5 se comparan los cuatro LQs estudiados, se identifican los parámetros guía del 2D-LQ y también se señalan las principales conclusiones.

## 4.2 EL MÉTODO 2D-LQ

Como paso inicial en el diseño de una generalización de la metodología de Flegg, Pereira-López et al. (2020) proponen un enfoque bidimensional (2D-LQ) para estimar los coeficientes domésticos a nivel sub-territorial. Esta técnica puede extrapolarse a otros contextos, por ejemplo, para generar matrices de flujos, coeficientes totales o multiplicadores.

Este enfoque bidimensional se representa mediante la siguiente expresión matricial:

$$\tilde{A}^R = R(\alpha)A^N S(\beta) \quad (25)$$

donde  $A$  es una matriz de coeficientes domésticos intermedios, y  $R(\alpha)$  y  $S(\beta)$  son matrices diagonales, cuyos elementos que aparecen en la diagonal principal funcionan como factores de ponderación. Los escalares  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros influyentes en las correcciones por filas y columnas, respectivamente. Hay diferentes formas de abordar estas correcciones, y no necesariamente tienen el mismo comportamiento. En efecto, los autores indican que es posible emplear distintos suavizados (semi-logarítmico, potencial o la función tangente hiperbólica) para materializar las correcciones.

El elemento genérico de la matriz proyectada,  $\tilde{A}^R$ , mediante la alternativa propuesta es el siguiente:

$$\tilde{\alpha}_{ij}^R = \begin{cases} (SLQ_i)^\alpha a_{ij}^N (wx_j^R)^\beta & \text{si } SLQ_i \leq 1 \\ \left[ \frac{1}{2} \tanh(SLQ_i - 1) + 1 \right]^\alpha a_{ij}^N (wx_j^R)^\beta & \text{si } SLQ_i > 1 \end{cases} \quad (26)$$

La función  $y = \tanh(x)$  es propicia dado que es creciente para  $x > 0$ , y cuando  $x$  tiende a  $+\infty$ , la función se aproxima a 1, teniendo un comportamiento asintótico respecto a la recta  $y = 1$ . En este contexto, la función  $\left[ \frac{1}{2} \tanh(SLQ_i - 1) + 1 \right]^\alpha$  permite que los coeficientes sean ligeramente superiores (cuando  $SLQ_i > 1$ ) a los de la tabla de referencia.

### 4.3 EL EFECTO DE LOS SUAVIZADOS EN LAS FÓRMULAS LQ

El uso de suavizado de la tangente hiperbólica permite tratar los datos de una forma controlada, efecto que no se logra con otras funciones, tal como la logarítmica de Round. Se cree oportuno mostrar las correspondientes representaciones gráficas de los suavizados empleados en las correcciones de los grados de especialización sectorial.

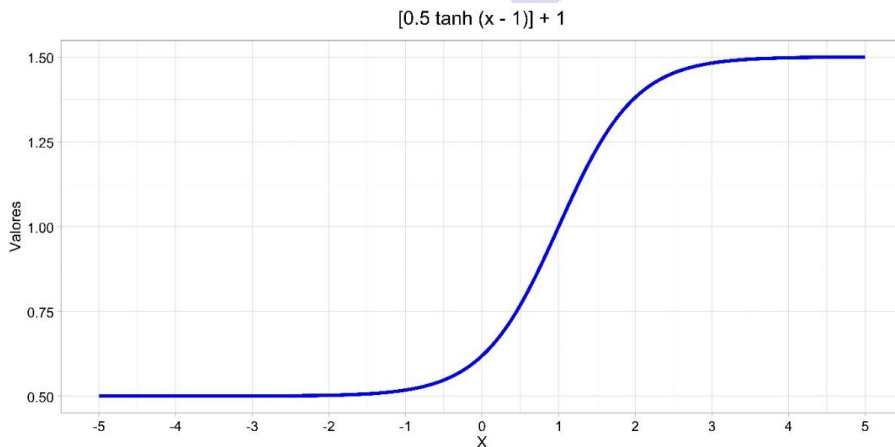


Figura 24. Suavizado: adaptación de la tangente hiperbólica.  
Fuente: elaboración propia.

En las Figuras 24, 25 y 26 se visualizan los efectos que producen distintas funciones sobre la variable independiente, en donde la tangente hiperbólica tiene un comportamiento asintótico horizontal lo que evitará posibles incongruencias. En un caso concreto, es posible que las variables independientes tomen valores elevados, por lo que las rectificaciones estarían más controladas a través de función adaptada de la tangente hiperbólica, frente a las otras dos representadas. Por ejemplo, algunos  $SLQ_i$  pueden ser acusados. Así, las sendas de rectificación provocan un efecto distinto. Se trata de buscar un suavizado sensato, de tal modo que recoja el efecto rectificación al alza pero que no sea exagerado. La opción de los LQs previos consistiría en no considerar esa corrección, lo cual tampoco es adecuado como norma general.

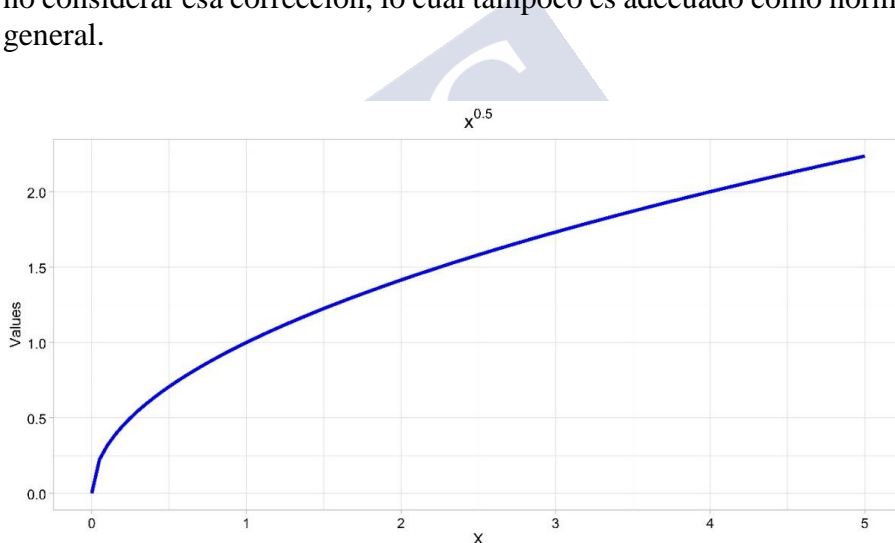


Figura 25. Suavizado de tipo potencial.  
Fuente: elaboración propia.

A efectos de ejemplo práctico, se muestran las rectificaciones por filas que se ejecutan en la aplicación objeto de estudio. En la Figura 27 se tiene para cada uno de los sub-territorios (año 2010) el efecto de las correcciones por filas de los métodos CILQ, FLQ y 2D-LQ en sus óptimos. FLQ y AFLQ son formulaciones muy parecidas, de ahí que no se presenten las funciones AFLQ. En CILQ las rectificaciones vienen dadas por los valores  $SLQ_i$  y las no rectificaciones por la recta en color

rojo (valor 1). En FLQ la recta de las rectificaciones viene dada por rectas de menor pendiente. Si bien el criterio condicional del 2D-LQ difiere de CILQ y FLQ, las distintas sendas (curvas) por sub-territorios adoptan una posición intermedia en las rectas anteriormente mencionadas.

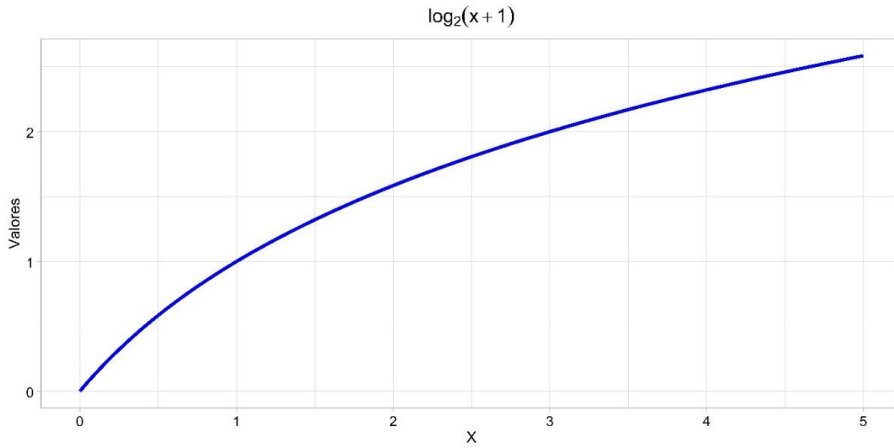


Figura 26. Suavizado de tipo logarítmico.  
Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 4: Performance de los cocientes de localización bidimensionales para construir tablas Input-Output

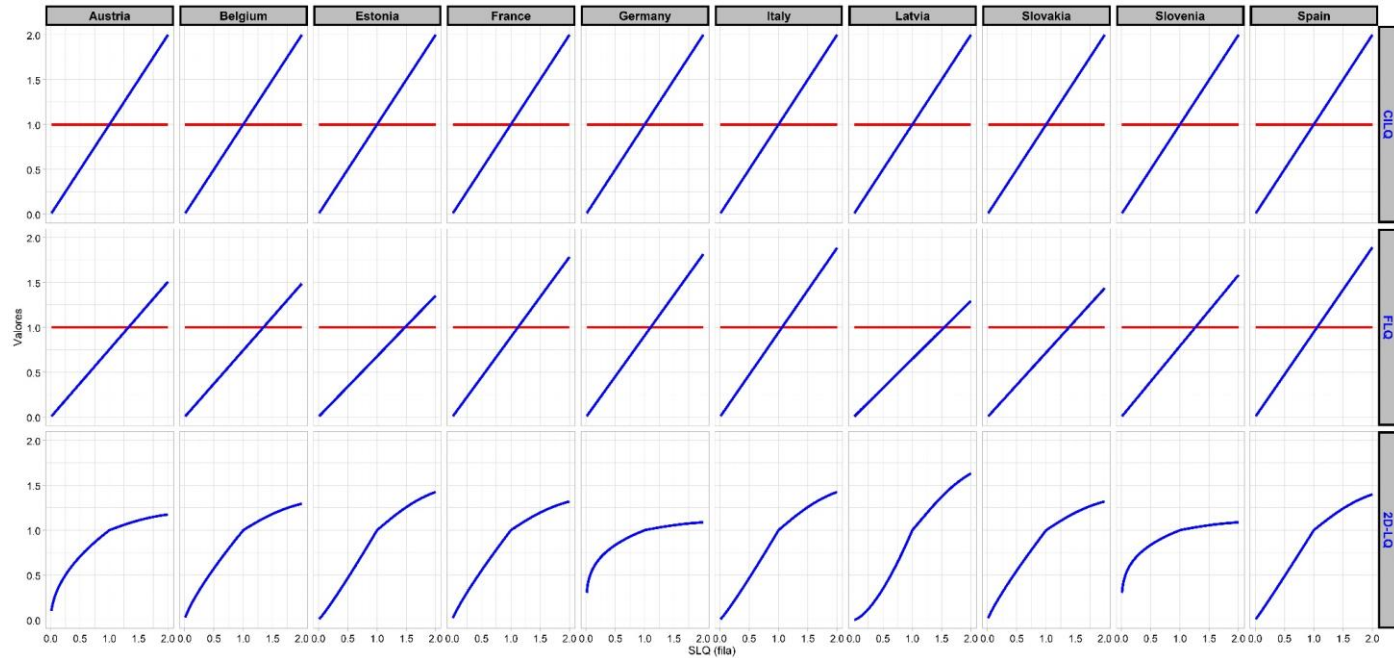


Figura 27. Sendas utilizadas por filas en las proyecciones LQ de diez países del EA-19 (2010).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

## 4.4 ANÁLISIS

En este caso, se decidió ejecutar los contrastes para 10 países del (EA-19) específicamente Alemania, Austria, Bélgica, Eslovenia, Eslovaquia, España, Estonia, Francia, Italia y Letonia. Así, desde la base de datos [naio\_10\_cp1700], se filtraron las tablas IO (2010 y 2015) de flujos domésticos a precios básicos 64x64 productos por productos. Cabe mencionar que Irlanda, Malta, Portugal, Finlandia, Grecia, Lituania, Países Bajos, Chipre y Luxemburgo no disponían las tablas IO para uno o los dos años analizados, o bien mostraban datos confidenciales o provisionales. Por estas razones los restantes nueve países fueron excluidos del presente análisis.

### 4.4.1 Estimación de los parámetros de los cocientes de localización

Como punto de partida se han generados los coeficientes domésticos sub-territoriales mediante las técnicas CILQ, FLQ y AFLQ. Como se ha visto desde (10) a (13) las últimas dos fórmulas tienen incorporado –a modo de exponente– el parámetro  $\delta$  que de algún modo está asociado a las importaciones interregionales. Acerca del valor óptimo de este parámetro se ha discutido bastante y es lógico que varíe de acuerdo con el tamaño del sub-territorio, pues en realidad se pretende buscar un  $\lambda$  adecuado que depende de  $\delta$ . En las Figuras 28 y 29 se presentan los STPE relativos a los LQs tradicionales para los diez países estudiados (2010 y 2015)<sup>3</sup>. En ambas figuras se ve que las curvas FLQ y AFLQ son convexas en torno al óptimo, pero superan considerablemente al valor (constante) de CILQ a partir de ciertos umbrales marcados por valores de  $\delta$ , aunque a mediada que  $\delta$  tiende a 1 las curvas logran un comportamiento casi asintótico (horizontal) y prácticamente convergen entre ellas. Una vez superados dichos

---

<sup>3</sup> Todas las gráficas están asociadas al estadístico STPE. Los resultados de los restantes estadísticos (MAD, MAPE, SD-MAD y el índice Theil) se concretan en el Anexo 5.

umbrales hay que rechazar estas dos técnicas en detrimento de la fórmula CILQ, a pesar de ser esta última de carácter mucho más elemental. Como pauta general, se puede afirmar que el parámetro  $\delta$  es bastante sensible cuando tiende a 1 por la izquierda (que toma valores entre 0 y 1) y una elección errónea del mismo dispararía los valores de los estadísticos; es decir, aportaría resultados cuestionables.

Sin embargo, se entiende que lo sustancial viene dado por el grado de aproximación de las distintas matrices. Así observa que los países de mayor dimensión se comportan mejor que los de menor tamaño, cuestión que no debe sorprender dado que cuanto mayor sea su proporción más se asemejarán las estructuras productivas al área de referencia. Los STPE de Alemania, España, Francia e Italia, tanto para 2010 y 2015, son menores que los relativos a los otros seis países analizados. Estos resultados son concordantes con los indicados para el año 2005 en Pereira-López et al. (2020). En relación con los otros cuatros estadísticos se tiene un diagnóstico similar, véase el Anexo 5.

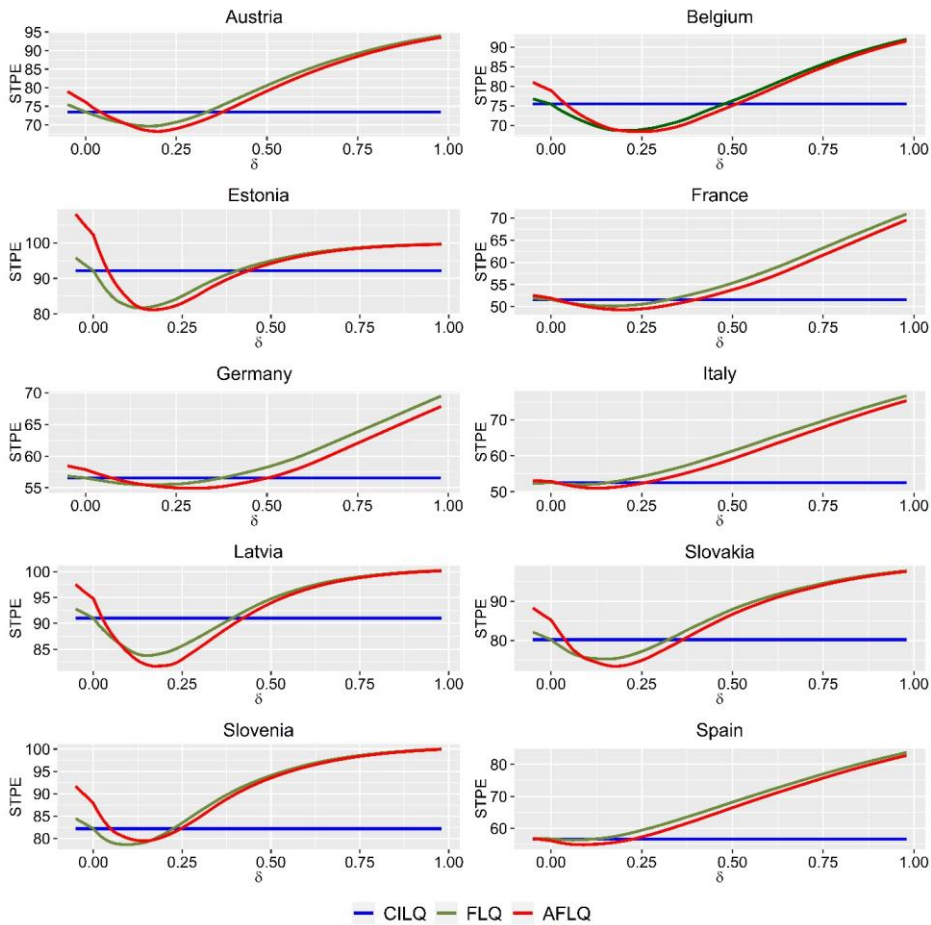
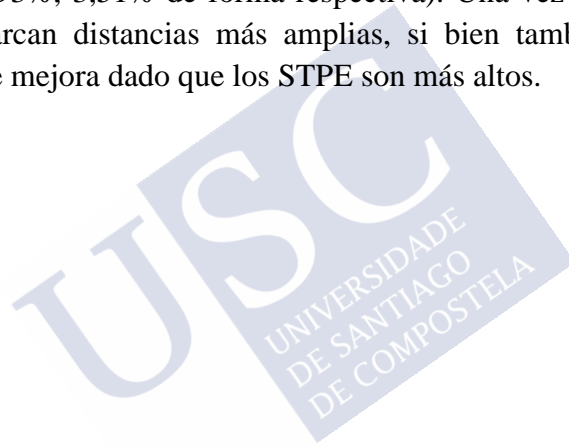


Figura 28. Análisis de sensibilidad utilizando STPE para diez países del EA-19 en 2010. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Aunque se considera que las figuras mencionadas son bastante explícitas, se indican ciertos parámetros  $\delta$  de las dos curvas objeto de estudio que cortan a la recta CILQ (no depende de  $\delta$ ). Así, en el año 2010, de los diez países analizados es Bélgica el que permite el máximo valor que se le debe asignar al parámetro para FLQ, que debe ser menor o igual a 0,47 y para AFLQ menor o igual a 0,5. Francia, Alemania, Italia y España presentan distancias relativas menores entre CILQ y en

el óptimo asociado a AFLQ se mejoran los resultados en un 4,46%, 2,86%, 8,23%, 3,20% respectivamente. Mientras, que los demás países manifiestan distancias mayores, tal y como se ve claramente en la Figura 28. Para el año 2015 se reproducen casi las mismas curvas y las correspondientes intersecciones con la recta CILQ. Por ejemplo, se tiene los siguientes valores extremos: 0,52 en Bélgica (para FLQ) y 0,57 en Alemania (para AFLQ). Francia, Alemania, Italia y España presentan unas distancias relativas menores entre CILQ y el óptimo de AFLQ (cifras relativamente similares a las del 2010, en concreto 5,15%, 3,91%, 3,93%, 3,51% de forma respectiva). Una vez más, los demás países marcan distancias más amplias, si bien también existe más margen de mejora dado que los STPE son más altos.



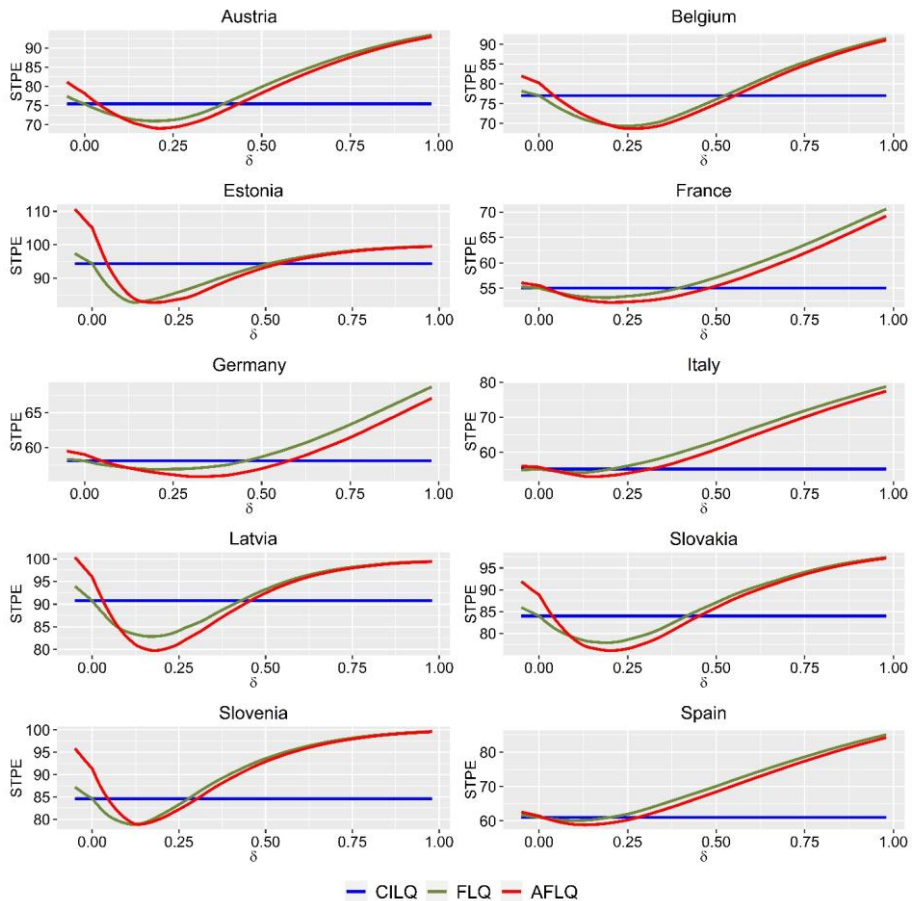


Figura 29. Análisis de sensibilidad utilizando STPE para diez países del EA-19 en 2015.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

La técnica AFLQ reduce ligeramente los errores en las estimaciones matriciales, frente a FLQ. Esta circunstancia se repite casi para todos los países, tanto en el 2010 como en el 2015. Las únicas excepciones son Eslovenia (2010 y 2015) y Estonia (2015), en donde se intercambian posiciones entre ambas técnicas. Esto nos lleva a trabajar con AFLQ como técnica tradicional más eficiente, aun sabiendo que es necesario detectar el  $\delta$  óptimo, y que el mismo está condicionado por el tamaño de los sub-territorios. A la vista de las mencionadas figuras, cuando el valor de  $\delta$  supera el valor 0,3 las

técnicas FLQ y AFLQ ya dejan de ser efectivas y es preferible optar por la técnica CILQ para evitar errores estimativos. De algún modo, se intuye que la fórmula de Flegg incorpora información básica –el tamaño del sub-territorio de forma global– en el proceso estimativo de una forma concreta y que se podrían buscar alternativas para tratar esa información eficientemente y así evitar la enorme sensibilidad del parámetro  $\delta$ , sobre todo a partir de un valor determinado (como se indicó anteriormente). Esta es la clave del diseño de 2D-LQ, entendida como una de las posibles generalizaciones de la fórmula de Flegg.

#### 4.4.2 Estimación de los parámetros del método 2D-LQ

El 2D-LQ se caracteriza por aprovechar los grados de especialización sectoriales a nivel sub-territorial (por filas) pero con una formulación alternativa, en la que no se recoge el efecto del tamaño sub-territorial a nivel global; es decir, se intenta sortear la sensibilidad del parámetro  $\delta$ . En esta sección se presenta gráficamente la robustez de este método y simultáneamente se señalan los pares de parámetros idóneos para aplicarlos en futuras aplicaciones LQs. Los valores de los mínimos globales de los estadísticos y de los pares asociados pueden consultarse en el Anexo 5.

En las Figuras 30 y 31 se muestran, país a país, las representaciones tridimensionales del estadístico STPE en función de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  para el año 2010 y 2015. Además, se resaltan las correspondientes curvas de nivel con una gradación fija por país y año. Todo ello para favorecer la visualización del par óptimo de parámetros y el comportamiento del campo escalar en su entorno. En el Anexo 5, se recoge información de los mínimos globales de cada campo escalar para STPE y los otros cuatro estadísticos. El comportamiento de los campos escalares es de carácter convexo. Las representaciones gráficas para MAD y MAPE son idénticas, y prácticamente semejantes para SD-MAD y  $U$ , si bien cambian los valores de los estadísticos al relativizar las distancias de otro modo. En los campos escalares no se detectan de forma clara patrones comunes de acuerdo con el tamaño de los países. Eso sí, existe una coincidencia casi perfecta de los campos, país a país, para los dos años estudiados.

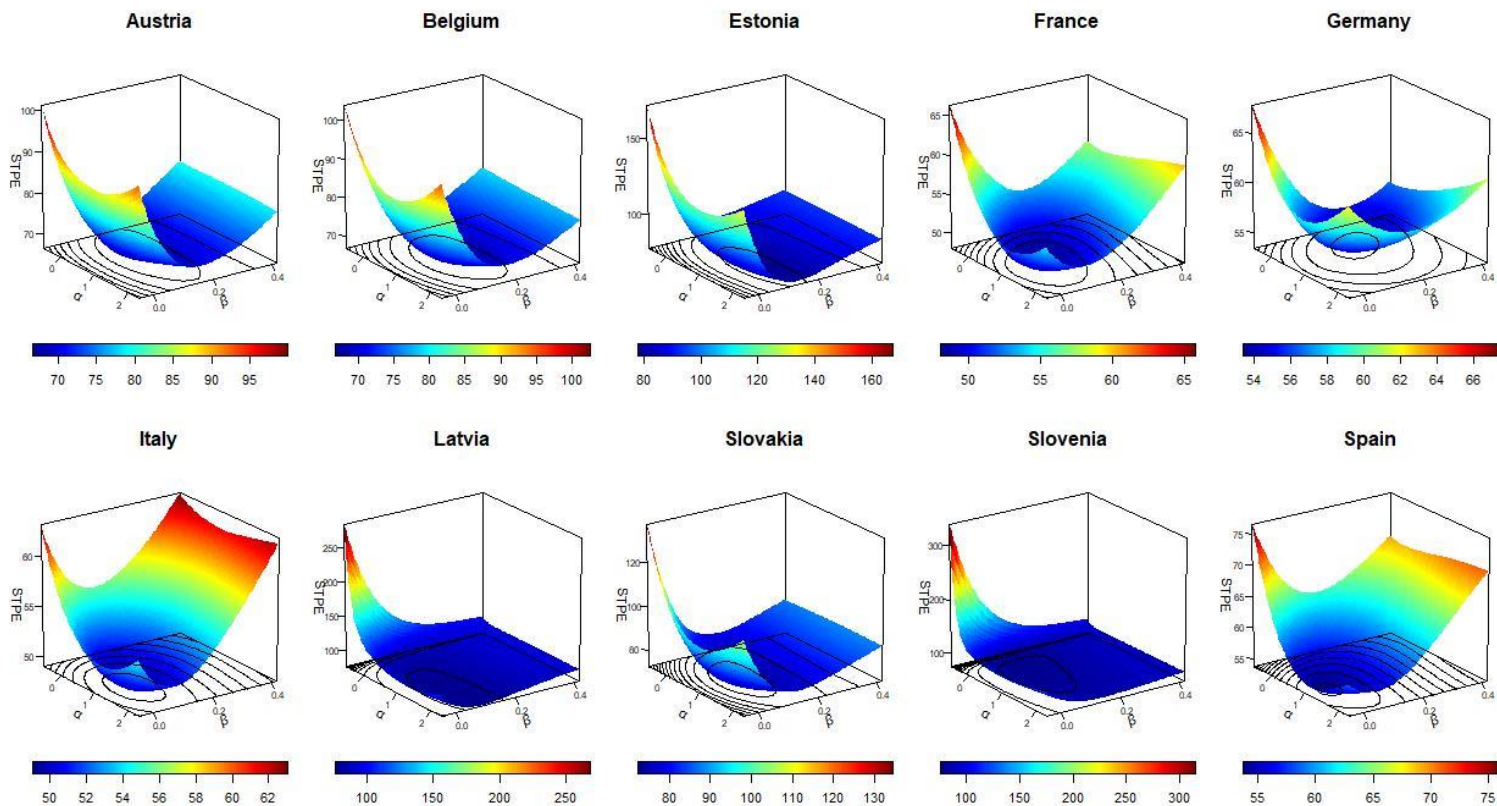


Figura 30. Estimación de 2D-LQ para diez países de la EA-19 en 2010.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

CAPÍTULO 4: Performance de los cocientes de localización bidimensionales para construir tablas Input-Output

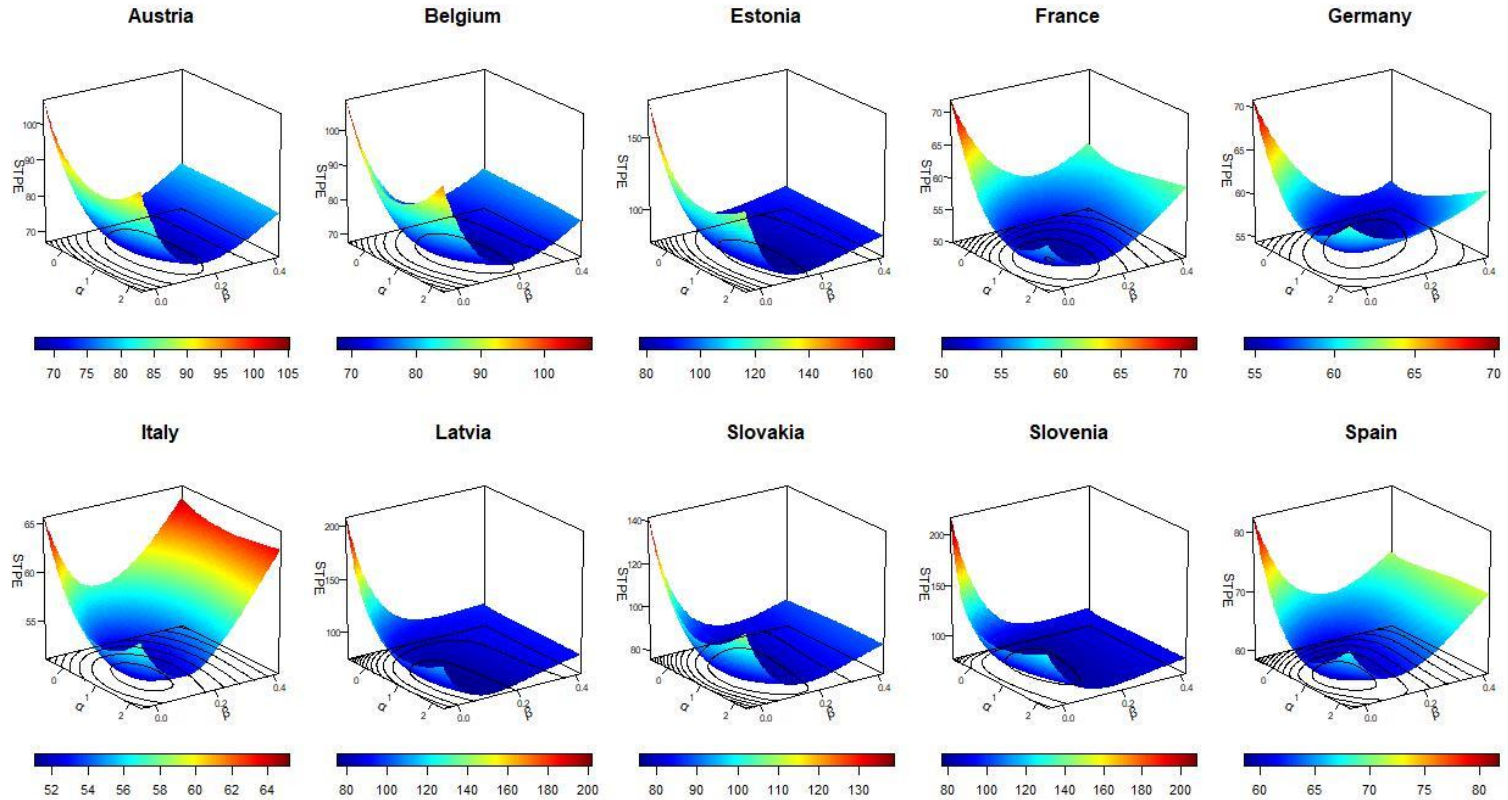


Figura 31. Estimación de 2D-LQ para diez países de la EA-19 en 2015.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Los movimientos a través del eje  $\beta$  implican mayores errores que los movimientos a través del eje  $\alpha$ . En general, se tiene que los mínimos de  $\alpha$  se encuentran entre 0,26 y 1,52 y los de  $\beta$  entre 0,02 y 0,21 (para el año 2010). Para el 2015, los rangos son bastante parecidos, de 0,32 a 1,28 y de 0,08 a 0,21 de forma respectiva. A la vista de los STPE obtenidos (eje vertical), se ve que Francia, Alemania, Italia y España tienen un mejor comportamiento que los restantes, probablemente por su dimensión dentro del EA-19. Es más, se entiende que generar tablas IO para sub-territorios con una proporción reducida dentro del total puede ser desacertado, sobre todo si no se implementan técnicas de ajuste a posteriori.

#### 4.5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta sección comparamos los cuatro LQs estudiados. En realidad, se trata de extraer información combinada de las Figuras 28 y 30 por un lado, y de las Figuras 29 y 31 por otro lado. Básicamente, se ejecutan intercesiones de los campos escalares con los planos dados por los LQs tradicionales, para los distintos países y para los dos años estudiados. Así, surgen áreas delimitadas por las curvas de nivel condicionadas por los valores CILQ, FLQ y AFLQ. Hasta el momento, se ha visto que el orden de validez de las técnicas (de menor a mayor) es el siguiente: CILQ, FLQ, AFLQ y 2D-LQ. Si bien, en algún caso se intercambian posiciones entre FLQ y AFLQ por una diferencia mínima de los estadísticos, en concreto son Eslovenia (2010 y 2015) y Estonia (2015), según se indicó anteriormente.

Se ha decidido hacer mapeos para los distintos países (2010 y 2015) con el firme objetivo de condensar resultados. Las Figuras 32 y 33 se enfocan de modo que se confronta la eficacia del 2D-LQ escalonadamente respecto a las otras técnicas: CILQ, FLQ y AFLQ. La interpretación de las figuras es asequible. Así, se detecta un núcleo central que expresa la superioridad del 2D-LQ frente a la siguiente técnica más eficiente, casi siempre AFLQ. Después, aparece un anillo intermedio que marca la distancia entre AFLQ y FLQ (como es evidente, en las tres excepciones señaladas no existe este anillo). Por último, aparece un anillo exterior que refleja la superioridad del FLQ frente al CILQ. Las formas de las áreas poseen cierta homogeneidad y

los mínimos globales dados por pares óptimos (2D-LQ) más o menos están centrados. Las combinaciones de los parámetros que aseguran mejores estadísticos frente a las otras técnicas son numerosas. Es cuestión de fijarse en los epicentros y recordar la convexidad de los campos escalares de las Figuras 30 y 31. En relación con el grado de rigidez de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , se ve que  $\beta$  es más sensible; es decir, pequeños cambios implican mayores errores. En efecto, la ratio empleada entre  $\alpha$  y  $\beta$  para diseñar las gráficas es 4/1.



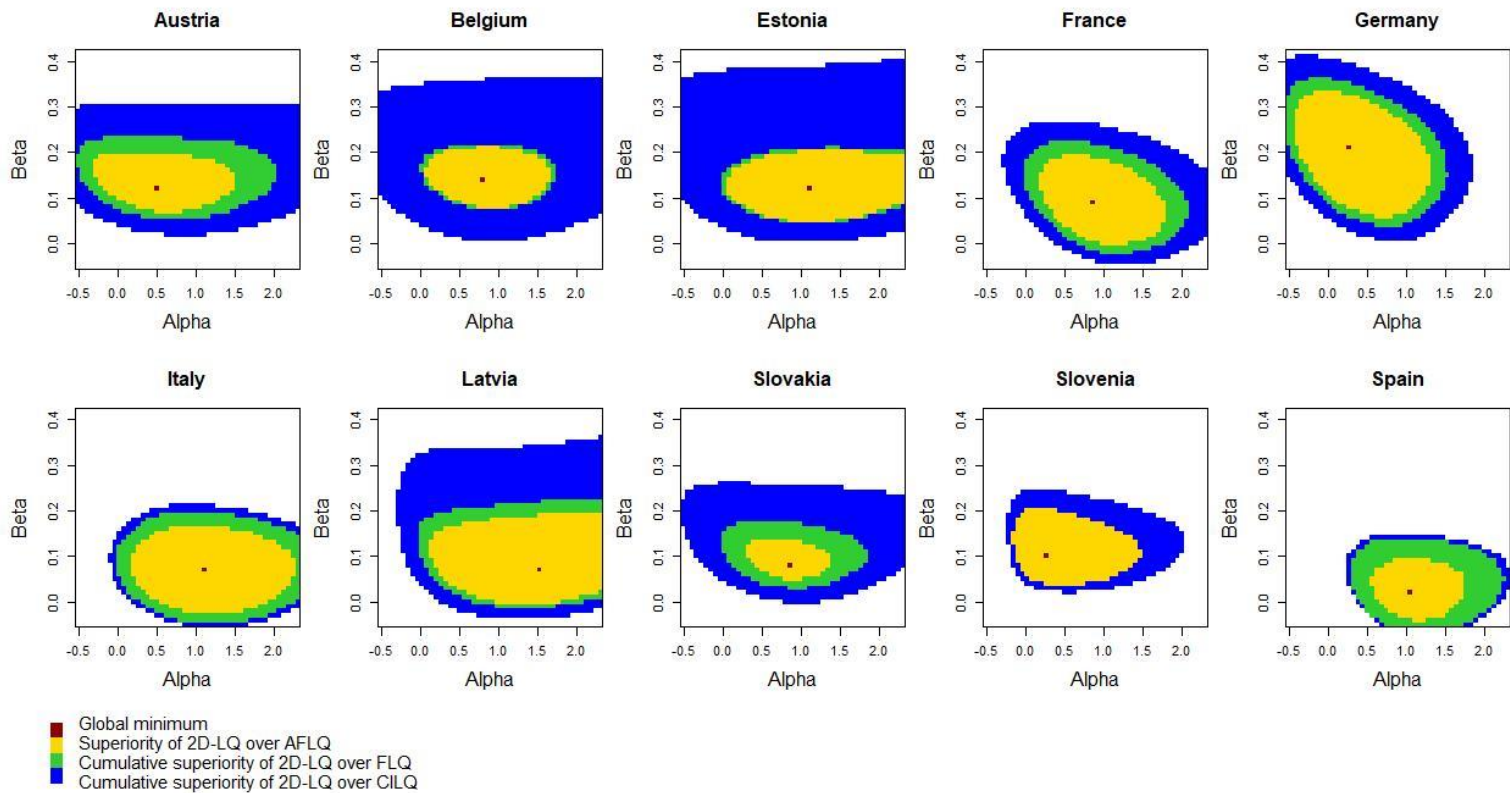


Figura 32. Mapeo de diez países de la EA-19 en 2010.  
 Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

CAPÍTULO 4: Performance de los cocientes de localización bidimensionales para construir tablas Input-Output

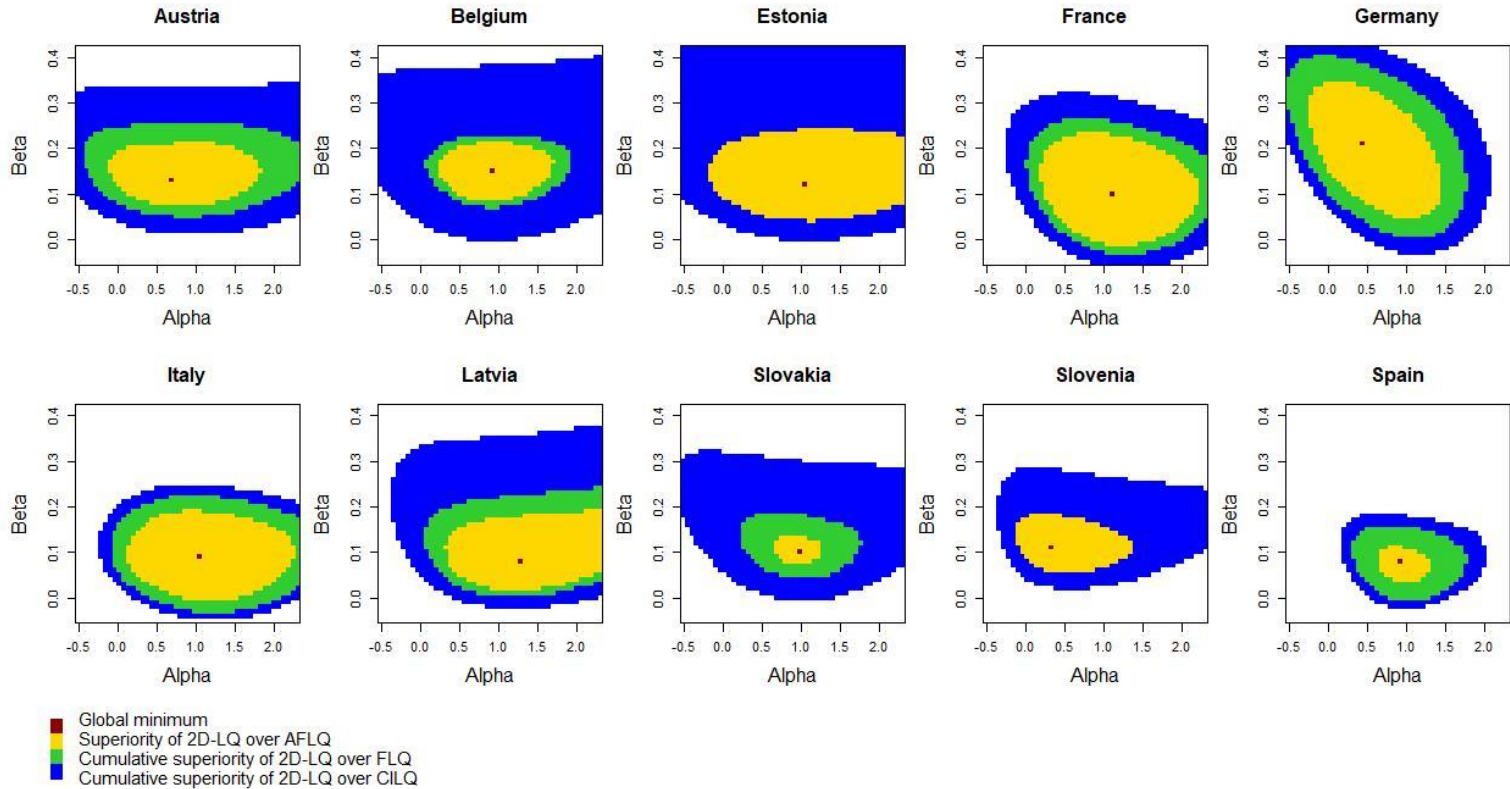


Figura 33. Mapeo de diez países de la EA-19 en 2015.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

En estas figuras no constan los valores de los STPE, pero es evidente que cuanto menor sea más difícil es reducirlo. A modo de comparación, el país más grande, Alemania (año 2010), reduce el STPE desde el 56,54 (CILQ) hasta el 53,38 (2D-LQ), por lo que la mejora de forma escalonada a partir de CILQ son 1,88% (FLQ), 2,86% (AFLQ) y 5,58% (2D-LQ). Esa reducción gradual se percibe en la correspondiente gráfica. En relación con otro país mucho más pequeño, Eslovaquia (año 2010), se tiene que su STPE pasa del 80,19 (CILQ) hasta el 72,32 (2D-LQ). Las mejoras son 6,16% (FLQ), 8,48% (AFLQ) y 9,82% (2D-LQ), como así se desprende de la ilustración.

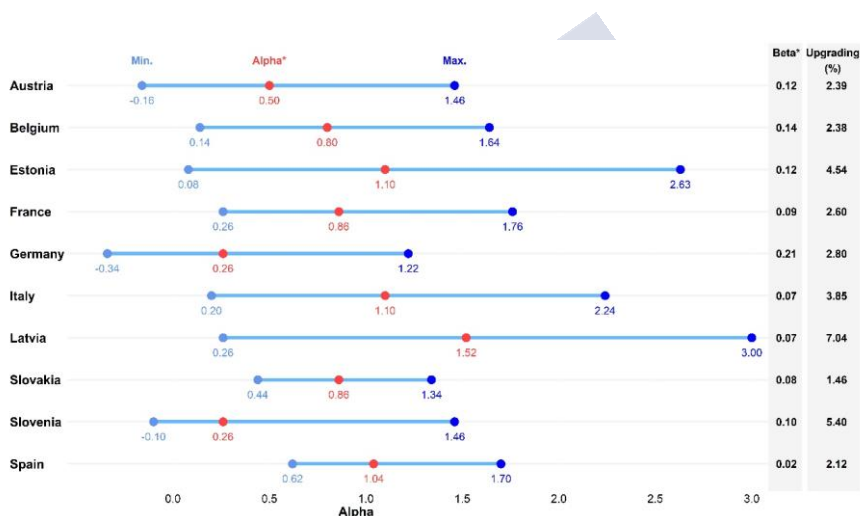


Figura 34. Superioridad del 2D-LQ frente al AFLQ: amplitud del rango  $\alpha$  en 2010. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Solamente en relación al AFLQ, las Figuras 34 y 35 revelan el rango de los valores de  $\alpha$  (asociados al valor del  $\beta$  en el óptimo) para los años 2010 y 2015, respectivamente. Se indican los  $\beta$  óptimos y la reducción de los errores del 2D-LQ frente al AFLQ. Los intervalos se caracterizan por tener una amplitud considerable; es decir, el parámetro vinculado a las rectificaciones por filas no incurre demasiado en penalizaciones estimativas. Este hecho posee su importancia dado que se puede fijar un valor promedio, independientemente del tamaño del sub-territorio, y

aun así asegurar errores inferiores al AFLQ. La amplitud de los intervalos de  $\beta$  es bastante más reducida que los intervalos de  $\alpha$ . En principio, se puede trabajar con un valor medio de  $\beta$  en torno a 0,10, con la excepción de Alemania (país con una mayor dimensión). A modo de síntesis, procede resaltar, que la comparación entre las técnicas AFLQ y 2D-LQ nos aporta una guía de parámetros que son susceptibles de utilizar en este ámbito de trabajo.

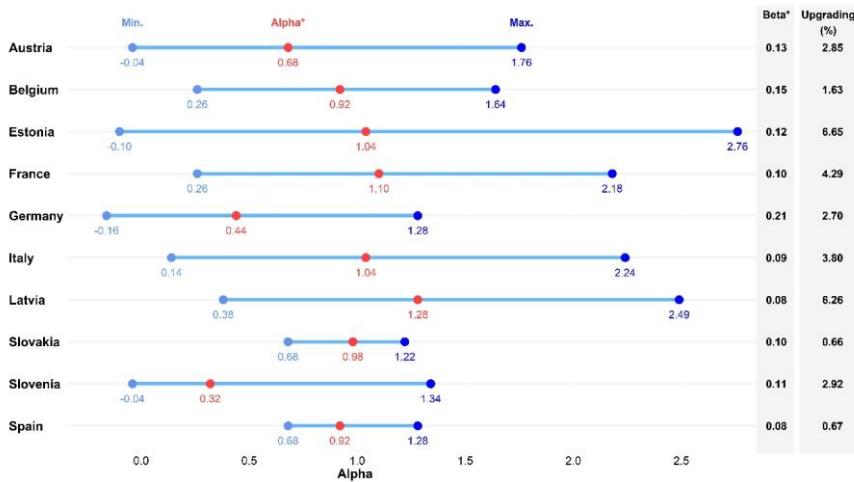


Figura 35. Superioridad del 2D-LQ frente al AFLQ: amplitud del rango  $\alpha$  en 2015. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

No existe una relación clara entre la amplitud de los intervalos de los parámetros del método 2D-LQ y la distancia relativa de este con el método AFLQ. Eso sí, para todos los sub-territorios estudiados, el método 2D-LQ posee un margen amplio de parámetros que garantizan menos errores que el AFLQ en el  $\delta$  óptimo (por lo general desconocido).

A modo de conclusión, en este estudio se contrastaron las matrices elemento a elemento y no por vectores sumas por filas o columnas. Se considera oportuno trabajar así para evitar posibles compensaciones de errores. Los resultados de los estadísticos son congruentes con los de otros estudios análogos. Se pone de manifiesto que el 2D-LQ mejora las estimaciones dadas por los LQs previos (CILQ, FLQ y AFLQ), por

lo que esta técnica es susceptible de uso, aunque requiera un mayor recorrido por lo menos a efectos de contraste de parámetros. Ahora bien, es recomendable complementar la proyección de tablas IO – mediante el 2D-LQ u otro LQ– con procesos de optimización, siempre y cuando exista información adicional, por ejemplo, otras magnitudes macroeconómicas no aprovechadas en las fórmulas LQs.



## CAPÍTULO 5: EXTENSIÓN DE LA METODOLOGÍA 2D-LQ

### 5.1 INTRODUCCIÓN

La búsqueda del LQ más idóneo se justifica a través de ciertos estadísticos, que miden el grado de similitud entre las matrices estimadas de coeficientes técnicos y las matrices reales. Ahora bien, estos estadísticos miden las desviaciones entre las matrices proyectadas y las reales mediante las distancias en valor absoluto (o a través de expresiones cuadráticas), por lo que no dejan de ocultar información relevante que debería ser útil para testar los métodos *non-survey*, e incluso ayudarían a perpetrar mejoras metodológicas. Además, en determinados casos los contrastes no se ejecutan elemento a elemento y solamente se centran en las sumas por columnas de las matrices. De modo que pueden incorporar un sesgo interpretativo.

Por ello se considera adecuado tratar de modo complementario las posibles desviaciones estimativas según su signo: sobreestimaciones e infraestimaciones. Ante un mismo valor de un estadístico, pueden darse distintos escenarios de desviaciones y también pueden estar localizadas en distintas partes de la matriz, bien sean en determinadas filas o columnas, o de modo especial en la diagonal principal. Centrarse solamente en coeficientes también puede resultar engañoso, de ahí que se deberían contrastar los multiplicadores asociados a dichas estimaciones.

Lo ideal sería contar con las matrices de rectificación que alcanzase una estimación perfecta. A efectos aplicados, la disponibilidad de datos permite detectar este tipo de matrices y así es posible compararlas con las matrices de rectificación vía LQ para ver hasta qué punto la construcción de las distintas formulaciones se adecuan al objetivo a proyectar. La aplicación se realizará en relación con los coeficientes técnicos (totales) con vistas a averiguar posibles variantes LQs que rectifiquen coeficientes al alza. Estas modificaciones no serán

compatibles con la propuesta de Jensen, Mandeville y Karunaratne (2017). Las características subestimaciones nunca fueron evadidas en las fórmulas LQs diseñadas hasta el momento, con la única excepción del 2D-LQ que contempla leves rectificaciones al alza (para flujos domésticos), controladas mediante un suavizado inspirado en la tangente hiperbólica Pereira-López et al. (2020).

Dentro de las posibles extensiones metodológicas de los LQs, se entiende factible estimar los elementos de diagonal principal de forma distinta a los restantes. Podría ser una alternativa adecuada dado que generalmente los autoconsumos acumulan una porción considerable de flujos, aunque este hecho implica incorporar otro parámetro al proceso de optimización. En todo caso, ese mayor grado de explotación de las restricciones dadas es salvable desde el punto de vista computacional. Se toma como referencia el 2D-LQ, si bien las posibles extensiones serán extrapolables a los otros LQs.

## **5.2 INFRAVALORACIÓN DE LAS ESTIMACIONES MEDIANTE LQ: ANÁLISIS GRÁFICO**

Las anteriores fórmulas proporcionan efectos correctores sobre un marco de referencia. Salvo la posible intuición de especialistas en este ámbito de trabajo, se hace difícil saber en qué errores estimativos se incurre al aplicar una fórmula LQ u otra. En este sentido, se cree oportuno ilustrar las proyecciones que incurrirían en un error nulo, celda a celda, para cuatro países del EA-19, en concreto, Austria, Bélgica, Alemania y Francia. Así, se descargó desde Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/esa-supply-use-input-tables/data/database>) la base de datos que contiene las matrices simétricas de flujos totales para el 2015 a precios básicos 64x64 productos por producto [naio\_10\_cp1700]. Estos cuatro países ostentan distinta dimensión productiva, pero pueden ser propicios para detectar posibles patrones comunes. Incluir más países implicaría un desarrollo quizás demasiado extenso, aunque se podrían seleccionar alguno más dado que casi todos los marcos contables están disponibles.

En la Figura 36, se presentan los valores de los coeficientes técnicos tanto del territorio de referencia, EA-19, como de los países seleccionados (año 2015). Indirectamente, puede verse como los

autoconsumos representan una parte sustancial de los flujos intersectoriales para el total y las porciones elegidas. También se observa que algunos de estos valores de los cuatros países seleccionados, sobre todo para Austria y Bélgica, superan a los valores de la EA-19. Este hecho es revelador de la existencia de un problema en las estimaciones, porque las formulaciones usuales no prevén esas proyecciones al alza; es decir, a priori se acumulan errores insalvables.



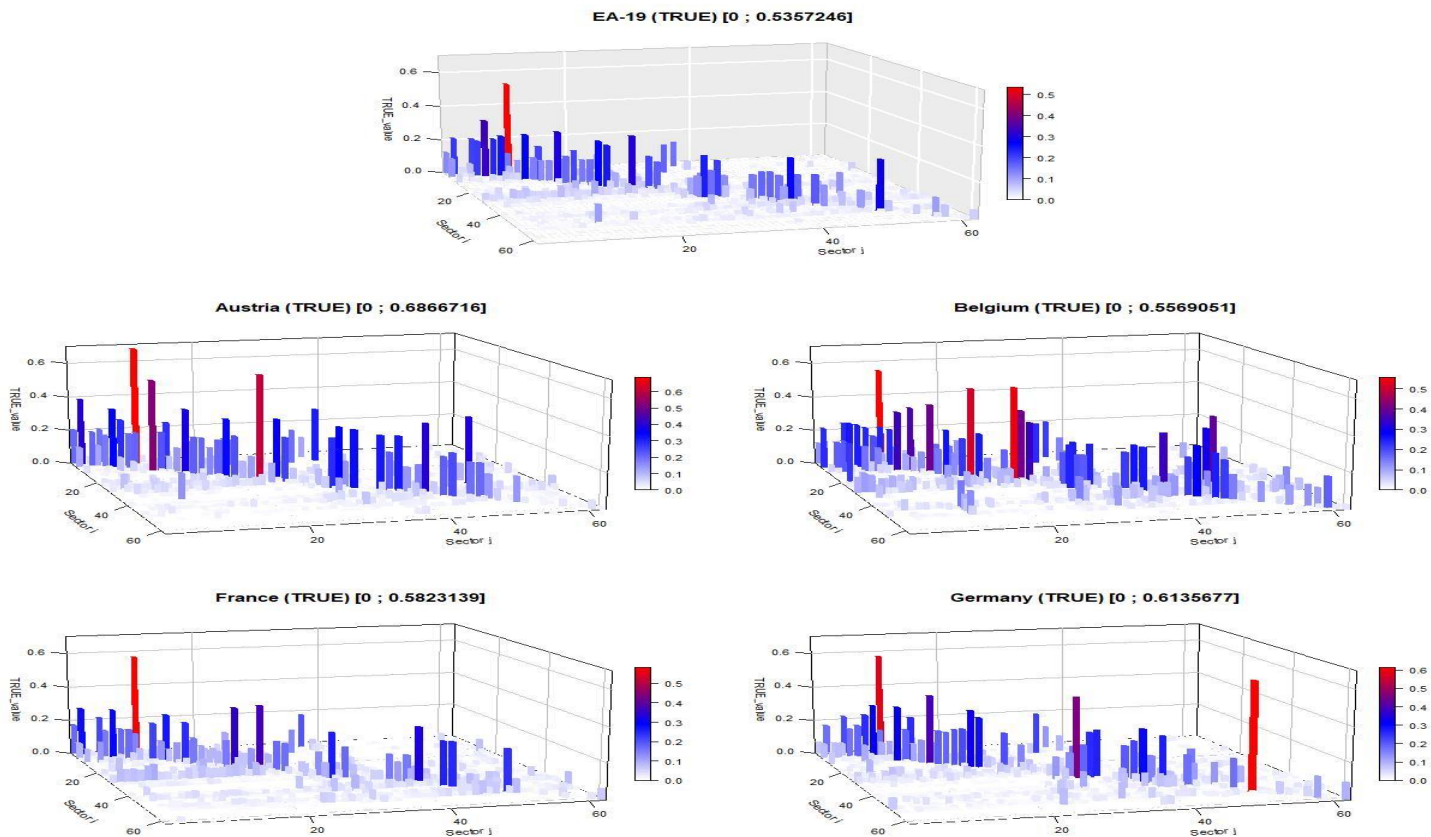


Figura 36. Visualización de los coeficientes técnicos reales EA-19 (2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

A efectos de ejecutar los contrastes matriciales se utiliza el STPE, si bien los otros estadísticos mencionados aportarían resultados muy similares en términos comparativos. El STPE es una medida de carácter global obtenida mediante las distancias –a través del valor absoluto– entre los coeficientes estimados y los reales, relativizada por la suma de los coeficientes reales

A efectos ilustrativos, se presentan para los cuatro países indicados la información de los  $LQ_{ij}$  objetivo y los obtenidos mediante las técnicas CILQ, AFLQ y 2D-LQ para cada celda. Las otras fórmulas no se traen aquí porque o bien son leves modificaciones o bien propuestas previas de algunas de las que se mencionan. Ahora bien, para evitar una saturación visual de los efectos rectificadores se trataron las celdas adecuadamente. Así, se depuraron los coeficientes técnicos con valores inferiores a 0,02 (asignándole de antemano el color blanco). Después, se relativizaron los  $LQ_{ij}$  resultantes en las proyecciones óptimas dadas por CILQ, AFLQ y 2D-LQ; concretamente mediante  $\tanh(LQ_{ij} - 1) + 1$ . De este modo, los grados de rectificación –al alza o a la baja– son más fáciles de interpretar al estar comprendidos en el intervalo (0, 2), en donde el centro significa que no se da rectificación.

Así, para Austria se incorpora la Figura 37. Inicialmente, se representan las rectificaciones necesarias, mediante incrementos (color rojo) y disminuciones (color azul), para lograr una proyección perfecta vía  $LQ_{ij} target$ . Evidentemente que esta circunstancia no se va a dar en la práctica, pero esta forma de proceder será de enorme provecho. Así, al entrar en las estimaciones vía CILQ se observa que en el óptimo (STPE = 59,97) todas las rectificaciones son a la baja y su número no es muy elevado. No se corrige ningún coeficiente al alza, en consonancia con la fórmula (9). Además, el CILQ no rectifica los elementos de la diagonal principal, que ya de por sí tienen una gran proporción dentro del total. El AFLQ supone un leve avance al tener un STPE de 59,12, si bien el color rojo no está presente en la correspondiente representación gráfica. El 2D-LQ no consigue reducir el valor del estadístico, pero el mapeo correspondiente se asemeja mucho más a lo deseado. En efecto, emergen varias celdas en las que se aplican incrementos. El último método ha sido diseñado para estimar

flujos domésticos y aquí se extrapoló a este contexto sin alterar la formulación.

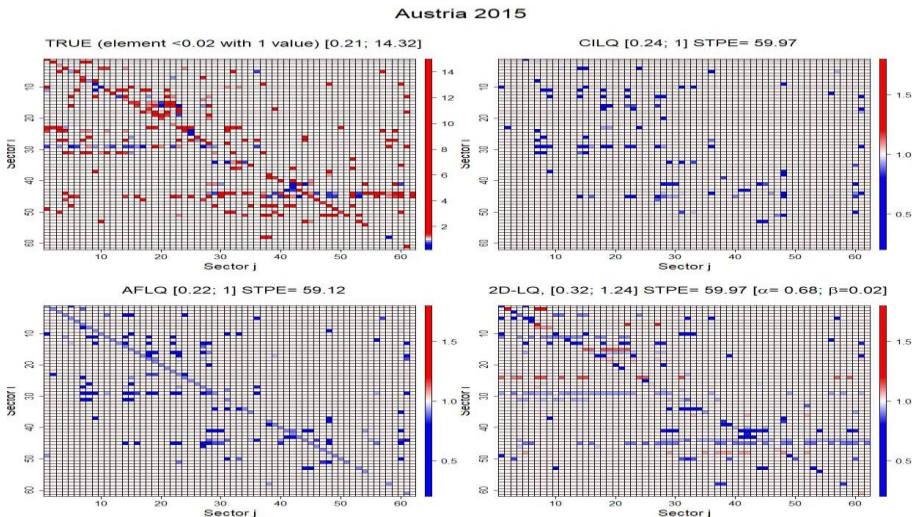


Figura 37. Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Austria).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

En la Figura 38 aparece la misma disposición analítica para Bélgica, que guarda un gran parecido con la anterior, aunque emergen otros aspectos. Una vez más se comprueba como el CILQ no corrige muchas celdas, incurriendo siempre en subestimaciones. Aquí se comprueba como el AFLQ aplica alguna rectificación al alza, de hecho, así lo permite su formulación. EL FLQ no lo permitiría, pero la su versión aumentada lo puede contemplar en algún caso que otro. En relación con error cometido mediante las 3 técnicas LQ, se ve que va decayendo desde el CILQ al 2D-LQ, pasando del valor 62,73 a 60,65. Esta es una peculiaridad frecuente, aunque hay alguna que otra excepción, como sucedía para Austria.

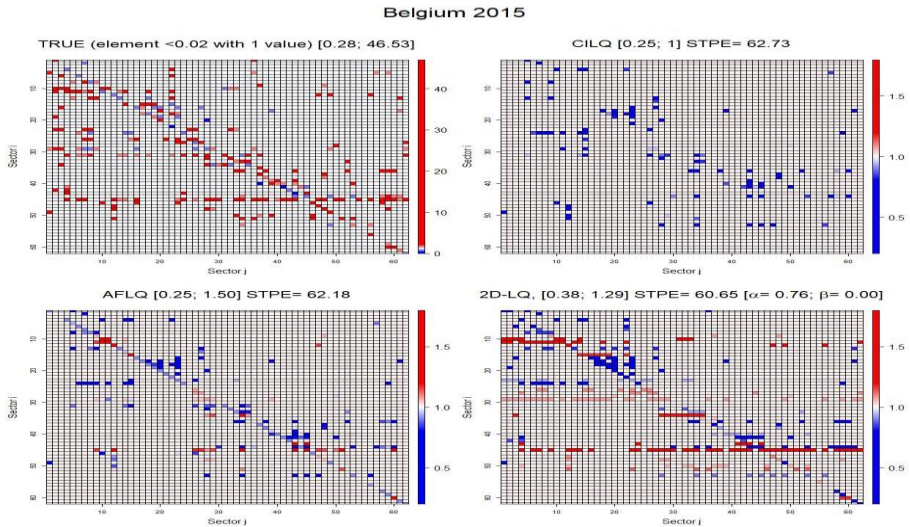


Figura 38. Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Bélgica).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

En la Figura 39 se visualiza lo que sucede con las proyecciones para Francia, siendo todo muy análogo a los anteriores gráficos por países. De entrada, se observa un problema dado que las rectificaciones exigidas serían al alza, pero ninguno de los métodos LQs ejecuta esas rectificaciones, salvo el AFLQ de forma muy leve. Una vez más, la mayor coincidencia en celdas modificadas viene dada por el 2D-LQ y además contribuye a reducir el estadístico.

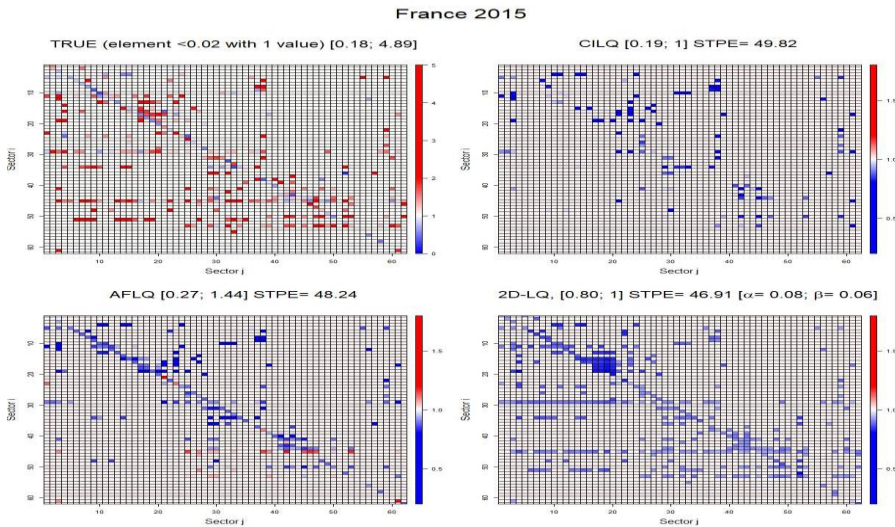


Figura 39. Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Francia).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Para Alemania, en la Figura 40, se comprueba que los tres LQs aquí empleados logran rectificar determinadas celdas, aunque el objetivo – ideal– no es alcanzado. El STPE se va reduciendo paulatinamente, pasando del 51,43 para CILQ al 49,94 para el 2D-LQ. Como pauta común a los marcos contables proyectados, se observa que el CILQ actúa sobre un número mucho más limitado de celdas que las otras técnicas, al margen de no incidir en la diagonal principal. Sorprende positivamente el 2D-LQ dado que interviene en las celdas necesarias, si bien no ejecuta las rectificaciones en el sentido deseado. Esta circunstancia sugiere la posibilidad de introducir otro tipo de restricciones, o condicionantes, en la formulación básica y a sus posteriores variantes.

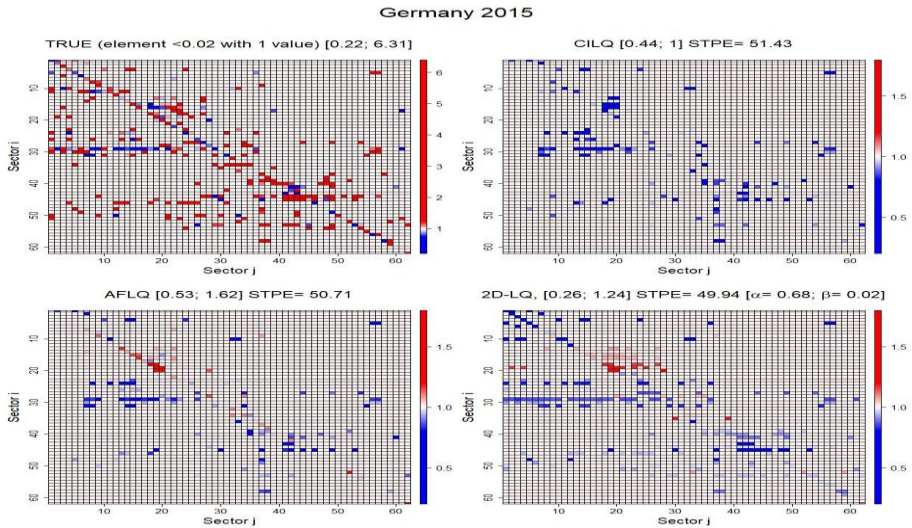


Figura 40. Proyecciones de coeficientes técnicos vía LQ versus rectificaciones ideales (Alemania).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

### 5.3 UNA ALTERNATIVA: 2D-LQ EXTENDED

De acuerdo con lo visto en los mapeos anteriores, se puede afirmar que la proyección errónea de los elementos de la diagonal principal contribuye decididamente al incremento el valor de los estadísticos. La técnica CILQ no considera los elementos de la diagonal principal y las otras sí, pero las rectificaciones casi siempre van en sentido contrario a lo deseado, quedando en mejor posición el 2D-LQ. Por lo tanto, se da una debilidad de los LQs que es susceptible de revisión. Otro sesgo estimativo viene motivado por no elevar en ningún, o prácticamente ningún, coeficiente técnico en el proceso de desagregación. De ahí que surjan las características subestimaciones. Aquí, se abordará la primera problemática porque la segunda es más fácil de solucionar, tan solo bastaría con admitir leves correcciones para los coeficientes mediante suavizados “prudentes” de los grados de especialización sectoriales.

En base a lo manifestado, se plantea la siguiente modificación de 2D-LQ:

$$\begin{aligned}
 i \neq j; \tilde{\alpha}_{ij}^R &= \begin{cases} (SLQ_i)^\alpha a_{ij}^N (wx_j^R)^\beta, & \text{si } SLQ_i \leq 1 \\ \left[ \frac{1}{2} \tanh(SLQ_i - 1) + 1 \right]^\alpha a_{ij}^N (wx_j^R)^\beta, & \text{si } SLQ_i > 1 \end{cases} \quad (27) \\
 i = j; \tilde{\alpha}_{ij}^R &= (SLQ_i)^\gamma a_{ij}^N (wx_j^R)^\beta, \quad \forall SLQ_i
 \end{aligned}$$

De este modo se incorpora por filas el parámetro  $\gamma$  (en relación con los elementos de la diagonal principal) y no está vinculado a  $\alpha$ ; es decir, los elementos de la diagonal principal quedan dispuestos a corregir de forma distinta a los restantes.

El hecho de incorporar un nuevo parámetro no supone una gran dificultad, con vistas a resolver los procesos de optimización. Está claro que hay que obtener una terna  $(\alpha^*, \beta^*, \gamma^*)$  que minimice el correspondiente estadístico, en este caso el STPE.

#### 5.4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se abordan las proyecciones obtenidas para los cuatro países objeto de estudio a través de la extensión propuesta del 2D-LQ, aunque sería perfectamente extrapolable a las otras técnicas LQ. El objetivo primordial es determinar el margen de mejora en relación con los LQs previos.

Se elige un procedimiento iterativo para hallar la terna  $(\alpha^*, \beta^*, \gamma^*)$  que minimice el STPE. A continuación, se describe el mismo. Cada iteración engloba dos fases. Se parte del par inicial  $(\alpha^{(0)}, \beta^{(0)})$  que optimiza el 2D-LQ básico. A partir de ahí, se calcula el  $\gamma^{(1)}$  asociado, que después será empleado para recalcular de forma simultánea  $(\alpha^{(1)}, \beta^{(1)})$ . Y así sucesivamente con las siguientes iteraciones hasta lograr por convergencia la terna óptima  $(\alpha^*, \beta^*, \gamma^*)$ . Se cree que es de ayuda mostrar gráficamente el proceso de búsqueda de esta terna. Así, en la Figura 41 se visualizan los procesos iterativos para los cuatro países seleccionados. A modo de ayuda interpretativa, en la Tabla 17 del Anexo 6 se presenta una tabla de datos para dichos procesos. Como es lógico, al incorporar otro parámetro se modifican los valores de  $\alpha$  y  $\beta$ , si bien este último de una forma muy reducida. En el caso de Austria la convergencia es instantánea, y para los otros 3 países también se materializa con bastante rapidez. En todo caso, el número de iteraciones

es una cuestión menor, interesan más los resultados conseguidos. En efecto, se obtiene una reducción del STPE en todos los casos ensayados. En la Tabla 18 del Anexo 6 figuran los parámetros óptimos para los distintos LQs, entre ellos los relativos a esta extensión metodológica.

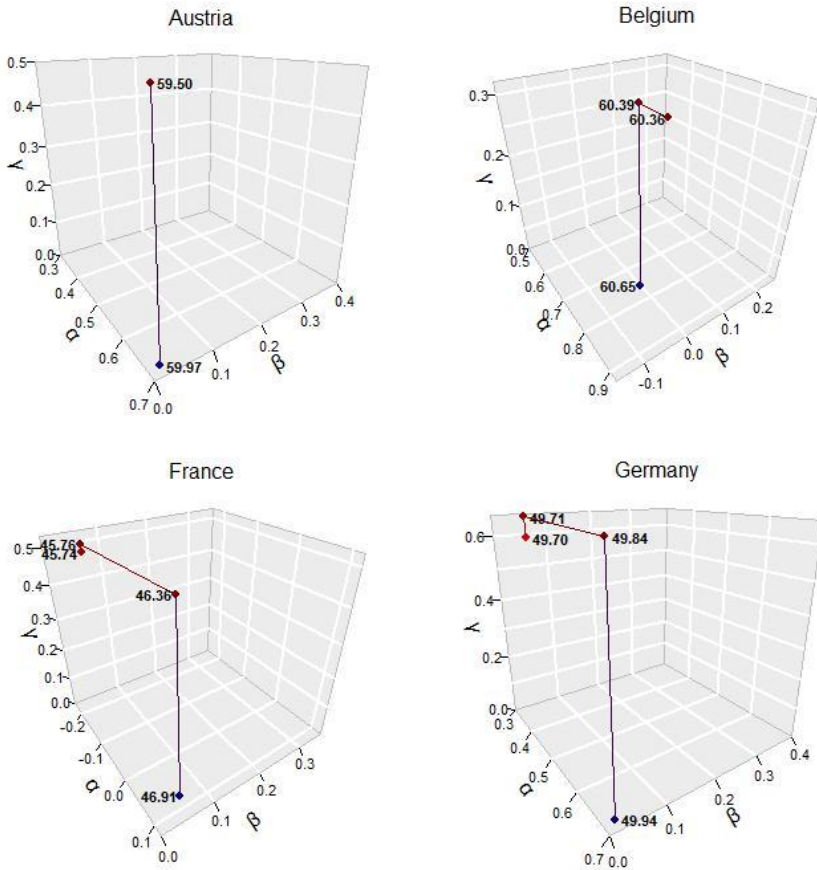


Figura 41. Óptimos del extended 2D-LQ para países del EA-19 (2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Una vez formalizadas las proyecciones a través de la extensión del 2D-LQ, corresponde ver que ha sucedido elemento a elemento de acuerdo con el mapeo anteriormente desarrollado. En la Figura 42 se comprueba que en general no existen diferencias bruscas en relación con lo visto anteriormente en las gráficas del 2D-LQ. En efecto, la escala de colores se modifica levemente.

Además, los elementos de la diagonal principal no se ven condicionados por efectos compensación al no estar vinculados a la rectificación de los restantes elementos. En la Figura 43 aparecen las correspondientes comparaciones entre las técnicas LQs tratadas. Puede verse que las rectificaciones en las diagonales principales son más oportunas por lo que la implementación de un condicional para estos elementos proporciona el efecto deseado. También se ve claramente como las técnicas LQs no están diseñadas para evitar las subestimaciones. En estas gráficas se comprueba como se van reduciendo los errores estimativos en las sobreestimaciones a medida que se sofistican las técnicas LQ, sobre todo en los primeros sectores. Ahora bien, los errores que se acumulan en el otro sentido estimativo prácticamente no varían. Por lo tanto, emerge otra debilidad en las formulaciones a revisar en un futuro.

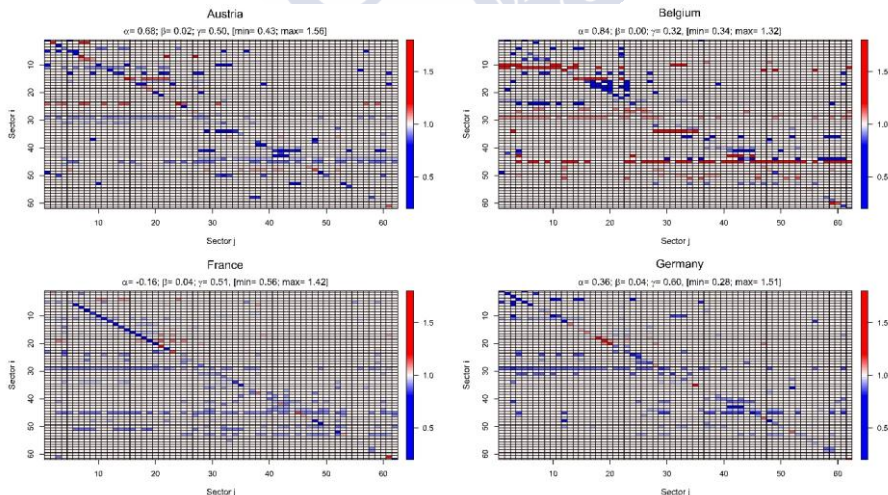


Figura 42. Errores en los coeficientes técnicos vía extended 2D-LQ para los países EA-19. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

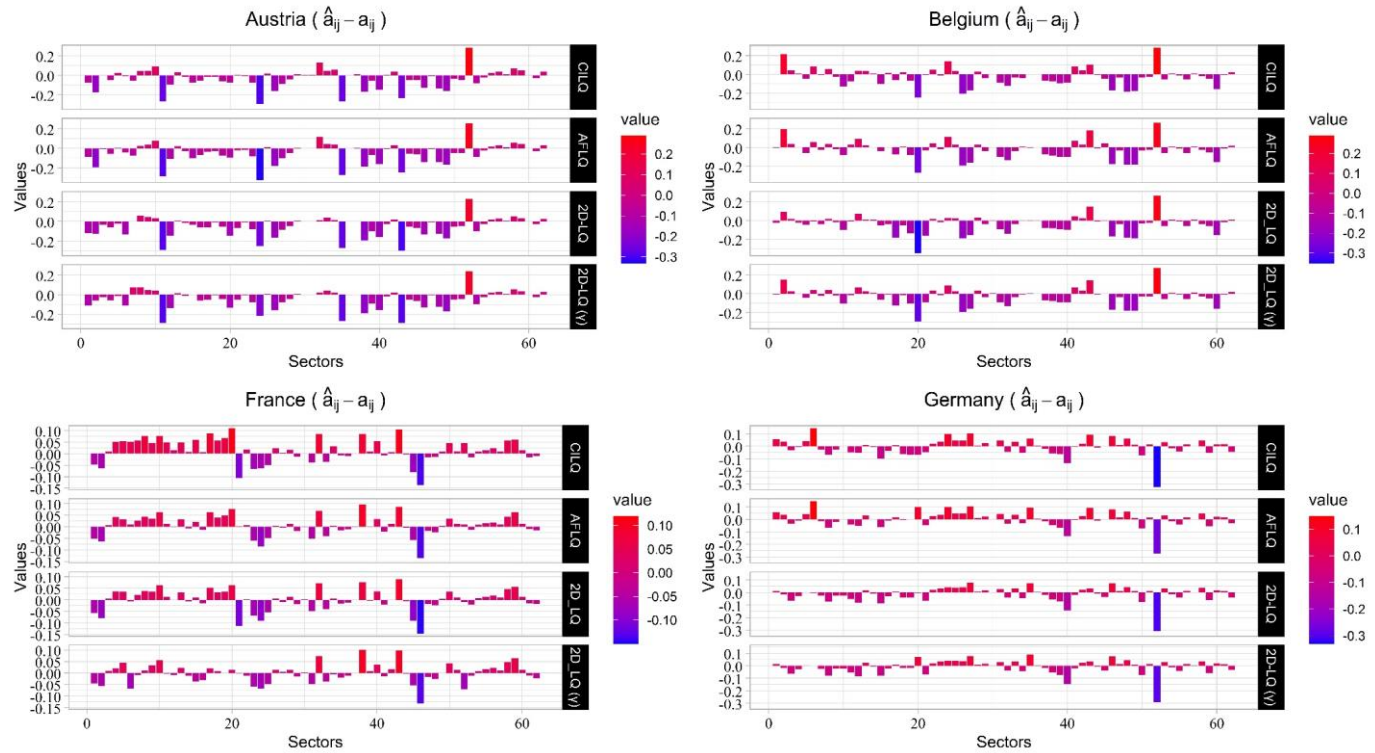
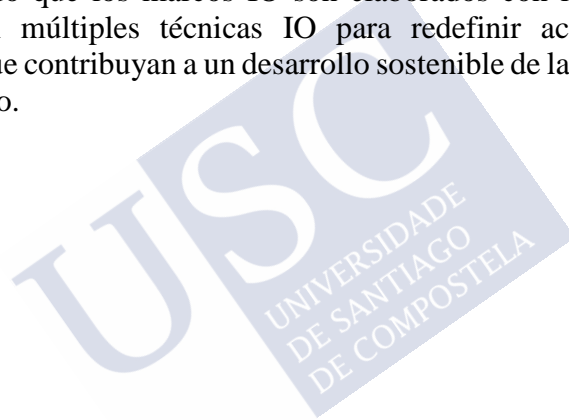


Figura 43. Visualización de los efectos LQs en la diagonal principal.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

En relación con los multiplicadores de la inversa de Leontief, se atiende solamente a la suma por columnas, igual que proceden en otras investigaciones (Flegg et al., 2016; Lahr y Stevens, 2002; Radvanský y Lichner, 2021). En la Figura 44 se observa el efecto de las proyecciones LQ sobre los multiplicadores. Para Bélgica predominan las subestimaciones para las distintas técnicas. Por la contra, para Alemania se da cierta compensación de signos estimativos. En general el CILQ incurre más en subestimaciones, aunque no se aprecian grandes mejoras para los otros 3 métodos LQ, aquí los STPE tienen valores inferiores a los relativos a los coeficientes técnicos, este aspecto se reproduce en otros estudios (Jahn et al., 2020). Esta circunstancia es de vital importancia dado que los marcos IO son elaborados con la meta de explotarlos con múltiples técnicas IO para redefinir acciones de planeamiento que contribuyan a un desarrollo sostenible de la economía objeto de estudio.



## CAPÍTULO 5: Extensión de la metodología 2D-LQ

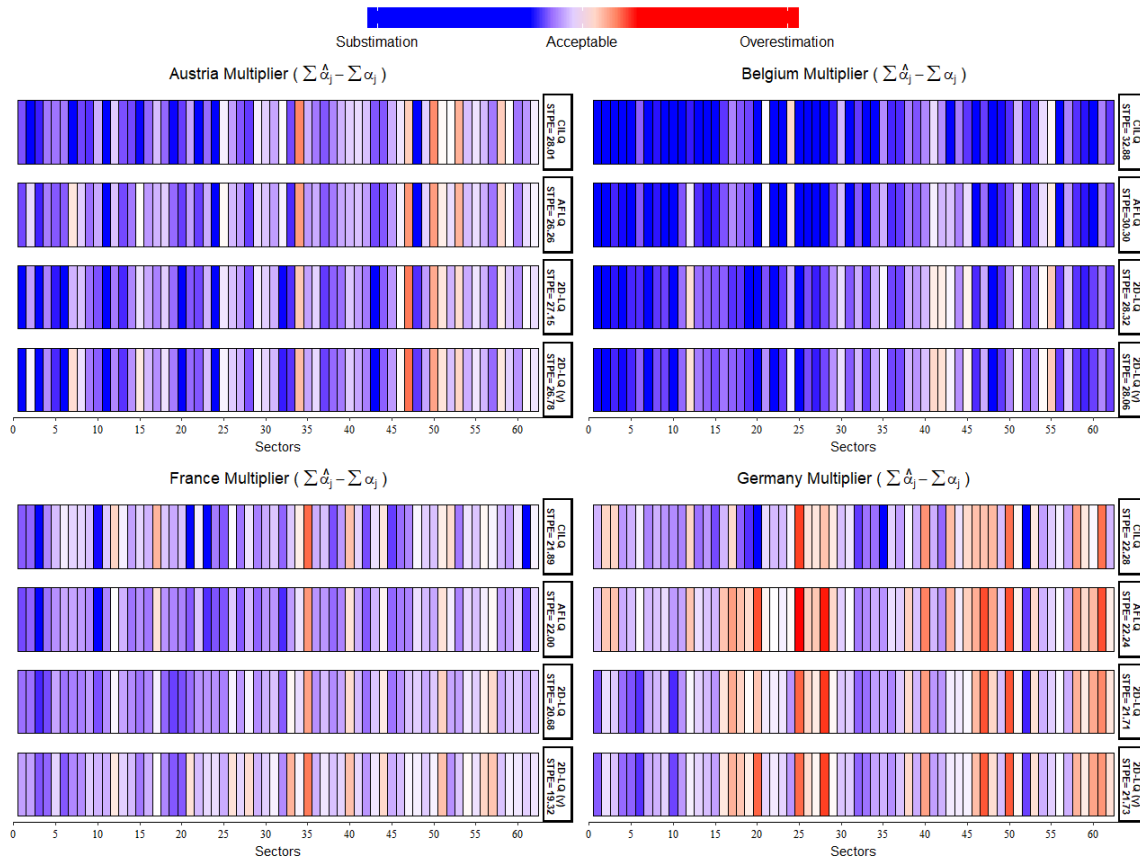
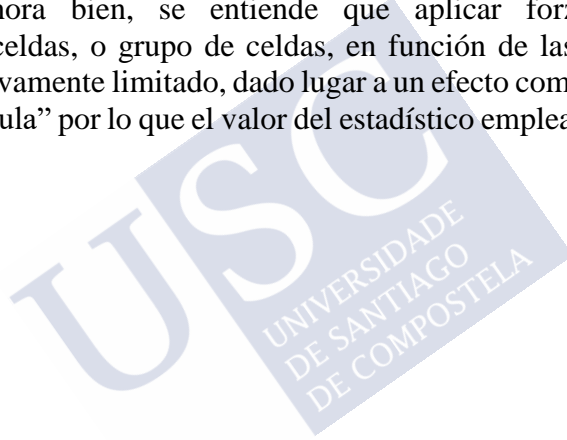


Figura 44. Errores en los multiplicadores mediante LQs para los países EA-19.  
 Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Las proyecciones obtenidas para estos cuatro países de la EA-19 prueban que hay cierto margen de mejora LQ. Hay que decir que no se pretende replantear a fondo la formulación de los LQs, en efecto ha sido objeto de perfeccionamiento constante, pero se sugiere permitir rectificaciones –debidamente controladas que provoquen un incremento en determinados coeficientes. Partiendo de una matriz de referencia, todas las celdas son susceptibles de rectificación con la excepción de las nulas.

Los autoconsumos representan una proporción considerable dentro del total de los flujos, por lo que merecen una atención importante. En la formulación LQ el resultado final está asociado a un óptimo dado por parámetros. Ahora bien, se entiende que aplicar forzosamente correcciones a celdas, o grupo de celdas, en función de las restantes puede ser excesivamente limitado, dado lugar a un efecto compensación del tipo “suma nula” por lo que el valor del estadístico empleado apenas decae.



## RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES

Los distintos modelos multisectoriales asociados son útiles para la cuantificación de diversos impactos (económicos, medioambientales, etc.) para aquellos territorios que poseen marcos IO *survey*, normalmente regiones, países o espacios supranacionales. Ahora bien, su implementación a nivel sub-territorial, desde pequeñas regiones hasta otro tipo de áreas (por ejemplo, condados), su aplicabilidad se complica al no tener marcos contables por los altos costos de elaboración o por la falta de información básica para ejecutar proyecciones robustas. Aun así, por la capacidad analítica que posee la característica desagregación sectorial IO se recurre a técnicas *non-survey* para generar tablas sub-territoriales.

De acuerdo con los objetivos marcados en esta tesis doctoral, se indican los principales resultados y conclusiones obtenidos en el transcurso de esta investigación. Se hace un especial hincapié en lo relativo a las distintas formulaciones LQ, sin ánimo de restarle importancia al estudio bibliométrico acerca del uso de técnicas IO – entendidas en sentido amplio– en espacios geográficos sub-territoriales. Dicho estudio proporciona una idea acertada del alcance de la metodología IO en distintos ámbitos de trabajo y revela su enorme versatilidad.

En el desarrollo de la investigación se han tomado como principales referencias las formulaciones CILQ, FLQ y AFLQ, entendidas estas como las más usuales. Así mismo, se incorpora al estudio el 2D-LQ, aprovechando que recientemente Pereira-López et al. (2020) proporcionan un primer paso en las generalizaciones de las fórmulas de Flegg. En el estudio formalizaron proyecciones para Austria, Bélgica, España, Italia, Francia y Alemania relativas al año 2005, por lo que los resultados serán otro referente para tener en cuenta. Esa mayor sofisticación mediante una doble parametrización prevalece

sobre las proyecciones obtenidas a través los LQ previos (CILQ, FLQ y AFLQ). Por lo tanto, los resultados aportados en esta tesis para distintos países de la EA-19 (años 2010 y 2015) son concordantes con estudios previos y serían mejorados si fuese posible aplicar métodos de ajuste. Ahora bien, los métodos básicos de ajuste, del tipo RAS o entropía cruzada, precisan información que normalmente es desconocida. En efecto, las técnicas LQ se aplican en escenarios de escasa información. En todo caso, sería recomendable complementar la proyección de tablas IO con procesos de optimización, siempre y cuando exista información adicional; por ejemplo, otras magnitudes macroeconómicas no aprovechadas en las fórmulas LQs. Aunque estas posibles tareas pueden resultar laboriosas y de difícil ejecución dado que implican adaptarse a las restricciones marcadas por toda la información disponible.

En relación con la primera de las preguntas planteadas en esta investigación, se pone de manifiesto que el ACILQ aporta estimaciones medianamente aceptables en relación con a CILQ, FLQ y AFLQ, por lo que esta técnica es susceptible de uso, sin necesidad de recurrir al 2D-LQ (con una mayor complejidad). Se trató de revelar posibles debilidades en las técnicas LQs comúnmente empleadas. Para ello, se han reescrito las correspondientes fórmulas para detectar simplificaciones que en la práctica conllevan a un cierto desperdicio de información disponible. Se ha visto que la revisión del CILQ, a través de la idea explotada por Flegg en su fórmula modificada, proporciona resultados aceptables. Es cuestión de ver si será oportuno incidir en el avance en la búsqueda de LQs más complicados o, por la contra, es aconsejable revisar las fórmulas iniciales para explotarlas de una forma eficiente. Los dos enfoques tampoco son incompatibles, pero está claro que los procedimientos simples propician un mayor número de usuarios de la metodología IO.

En la comparación desarrollada en esta investigación entre los métodos AFLQ y 2D-LQ se han logrado varios resultados relevantes. Así, se comprobó que no existe una relación clara entre la amplitud de los intervalos de los parámetros del método 2D-LQ y la distancia relativa de este con el método AFLQ. Eso sí, para todos los sub-territorios estudiados, el método 2D-LQ posee un margen amplio de los

parámetros que garantizan menos errores que el AFLQ en el  $\delta$  óptimo (por lo general desconocido). Se contrastaron las matrices elemento a elemento y no por vectores sumas por filas o columnas. Se considera oportuno trabajar así para evitar posibles compensaciones de errores. Los resultados de los estadísticos son congruentes con los de otros estudios análogos. En relación a la primera hipótesis se pone de manifiesto que el 2D-LQ mejora las estimaciones dadas por los LQs previos (CILQ, FLQ y AFLQ), por lo que esta técnica es susceptible de uso, aunque requiera un mayor recorrido por lo menos a efectos de contraste de parámetros.

En relación con la segunda pregunta formulada, cabe señalar que las proyecciones ejecutadas para cuatro países de la EA-19 prueban que hay un margen de mejora LQ. Hay que decir que no se pretende replantear a fondo la formulación de los LQs, en efecto ha sido objeto de perfeccionamiento constante, pero se sugiere permitir rectificaciones debidamente controladas de tal modo que induzcan a un incremento en determinados coeficientes. Partiendo de una matriz de referencia, todas las celdas son susceptibles de rectificación con la excepción de las nulas. Con respecto a la segunda hipótesis se corrobora que existen patrones de error en las formulaciones LQs, los autoconsumos representan una proporción considerable dentro del total de los flujos, por lo que merecen una atención importante. Es por ello que se sugiere aplicar el 2D-LQ en su versión extendida.

En las formulaciones LQs más usuales el resultado final está asociado a un óptimo dado por parámetros. Ahora bien, se entiende que aplicar forzosamente correcciones a celdas, o grupo de celdas, en función de las restantes puede ser excesivamente limitado, dando lugar a un efecto compensación del tipo “suma nula” por lo que el valor del estadístico empleado apenas decrece.



## FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A partir de lo indicado en el último capítulo de esta tesis doctoral, se entiende que es posible contemplar posibles excepciones dentro de las distintas formulaciones LQ. La capacidad computacional permite la ejecución de otros contrastes a nivel desagregado. A futuro, se plantea investigar otros patrones de error que están presentes en los procesos de rectificación bidimensional. Así, formalizar una comprobación en detalle para saber en qué filas y columnas se acumulan los mayores errores ayudará a reflexionar sobre el diseño de las formulaciones. En las formulaciones CILQ y 2D-LQ se pueden desagregar con facilidad los efectos de corrección por filas y columnas. Para FLQ y AFLQ hay que desagregar de alguna forma  $\lambda$ , que podría ser  $\lambda_{row} = \lambda_{col} = \lambda^{1/2}$ .

Las ramas productivas desde las dos ópticas contables son muy heterogéneas, por lo que fácilmente merecen un tratamiento dispar entre ellas. El supuesto de partida sería que el hecho de tratar de forma homogénea, por filas o por columnas, sectores heterogéneos posiblemente sea un procedimiento inexacto y contribuya en cierta medida a incrementar un error global.

Aquí se plasman las distancias entre el STPE global y los STPE por filas para los cuatro países de la EA-19 en 2015, ya examinados en el último capítulo. De tal modo que para Austria se observa que el STPE global para CILQ, AFLQ y 2D-LQ es 59,97, 59,12 y 59,97; respectivamente. En la Figura 45 se aprecia que en los tres métodos existen sectores que tienen un STPE por fila mayor de 200, tal es el caso de los sectores: Servicios deportivos, recreativos y de entretenimiento (S59), Servicios de administración pública y defensa; servicios de seguridad social obligatoria (S54), Servicios de agencias de viajes, operadores turísticos y otros servicios de reservas, y servicios relacionados con los mismos (S52), Servicios de investigación y desarrollo científico (S47), Servicios de transporte marítimo y por vías navegables interiores (S32) y Servicios de comercio al por menor,

excepto de vehículos de motor y motocicletas (S30). Aunque el sector 32 tiene un valor inferior de 200 en el caso de 2D-LQ.

En la Figura 46 se muestra que Bélgica tiene para CILQ, AFLQ y 2D-LQ un STPE global de 62,73, 62,18, y 60,65, respectivamente. Los sectores que expresan un STPE por filas superior a 200 son los sectores S52, Pescado y otros productos de la pesca; productos de la acuicultura; Servicios de apoyo a la pesca (S03) y Productos de la silvicultura y la explotación forestal, y servicios relacionados con los mismos (S02), a excepción del método 2D-LQ en el sector 02. En el caso de Francia se registra un STPE global de CILQ = 49,82, AFLQ = 48,24 y 2D-LQ = 46,91. La Figura 47 indica que los sectores S47 y S32 tienen un STPE (i) > 200. Para Alemania se tiene un STPE de CILQ = 51,43, AFLQ = 50,71 y 2D-LQ = 49,94 y tan solo presenta al sector 47 como aquel sector con un STPE por filas mayor que 200 (véase la Figura 48).

De esta comparativa entre STPE global y los STPE por filas, se observa patrones comunes en los tres LQs. Primero, Austria, Francia y Alemania presentan en común al Sector de servicios de investigación y desarrollo científico (S47). Luego, Austria y Bélgica tienen en común al Sector servicios de agencias de viajes, operadores turísticos y otros servicios de reservas, y servicios relacionados con los mismos (S52). Al final, para Austria y Francia se repite el Sector servicios de transporte marítimo y por vías navegables interiores (S32), a excepción del método 2D-LQ.

Es evidente que se necesitan muchos más contrastes, pero las coincidencias señaladas apuntan a posibles tratamientos específicos dentro de las fórmulas de carácter global. A lo que habrá que añadir el correspondiente estudio de los signos de los errores cometidos (STPE) en las filas mencionadas.

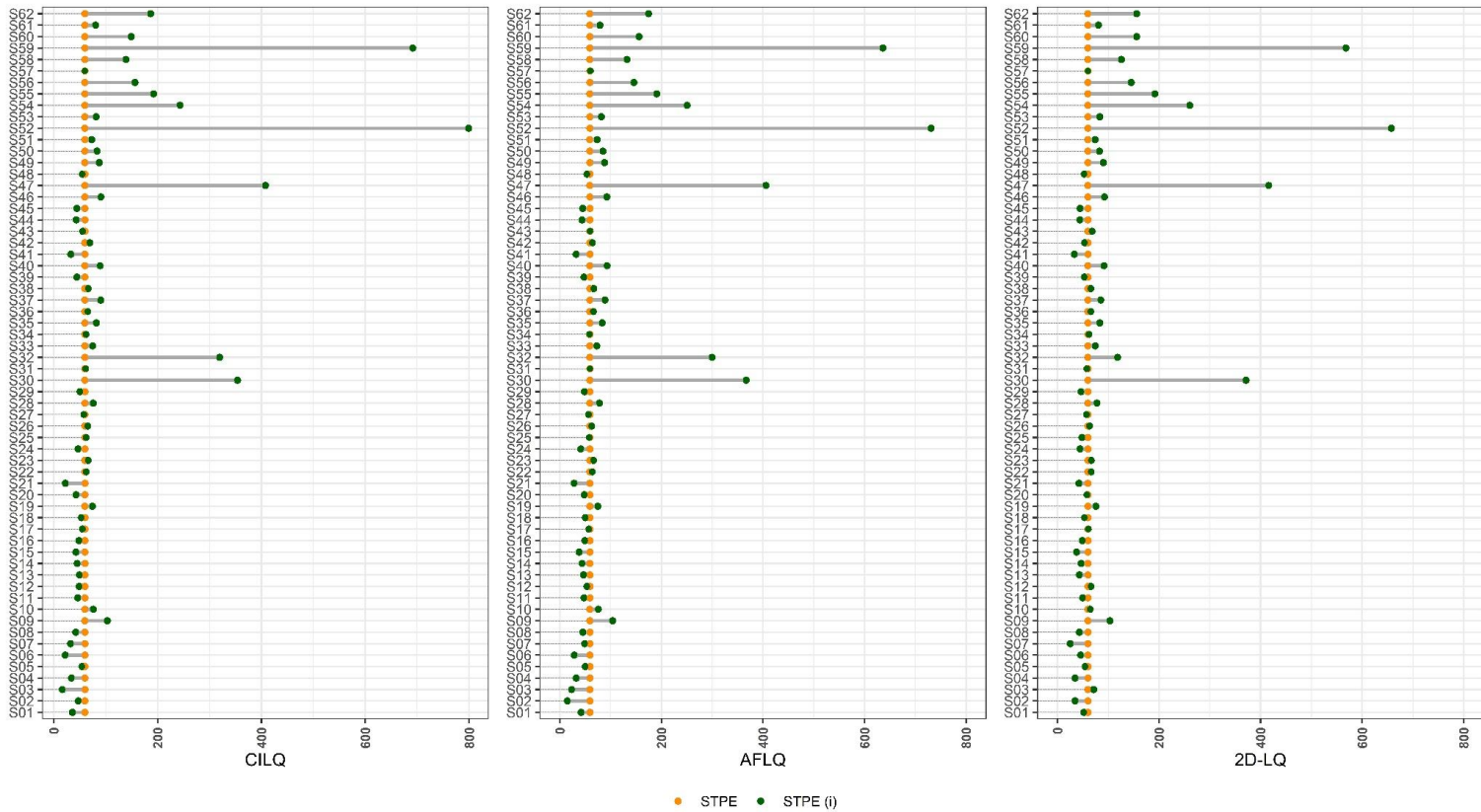


Figura 45. Distancias entre STPE global y los STPE por filas. Austria (2015).  
 Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

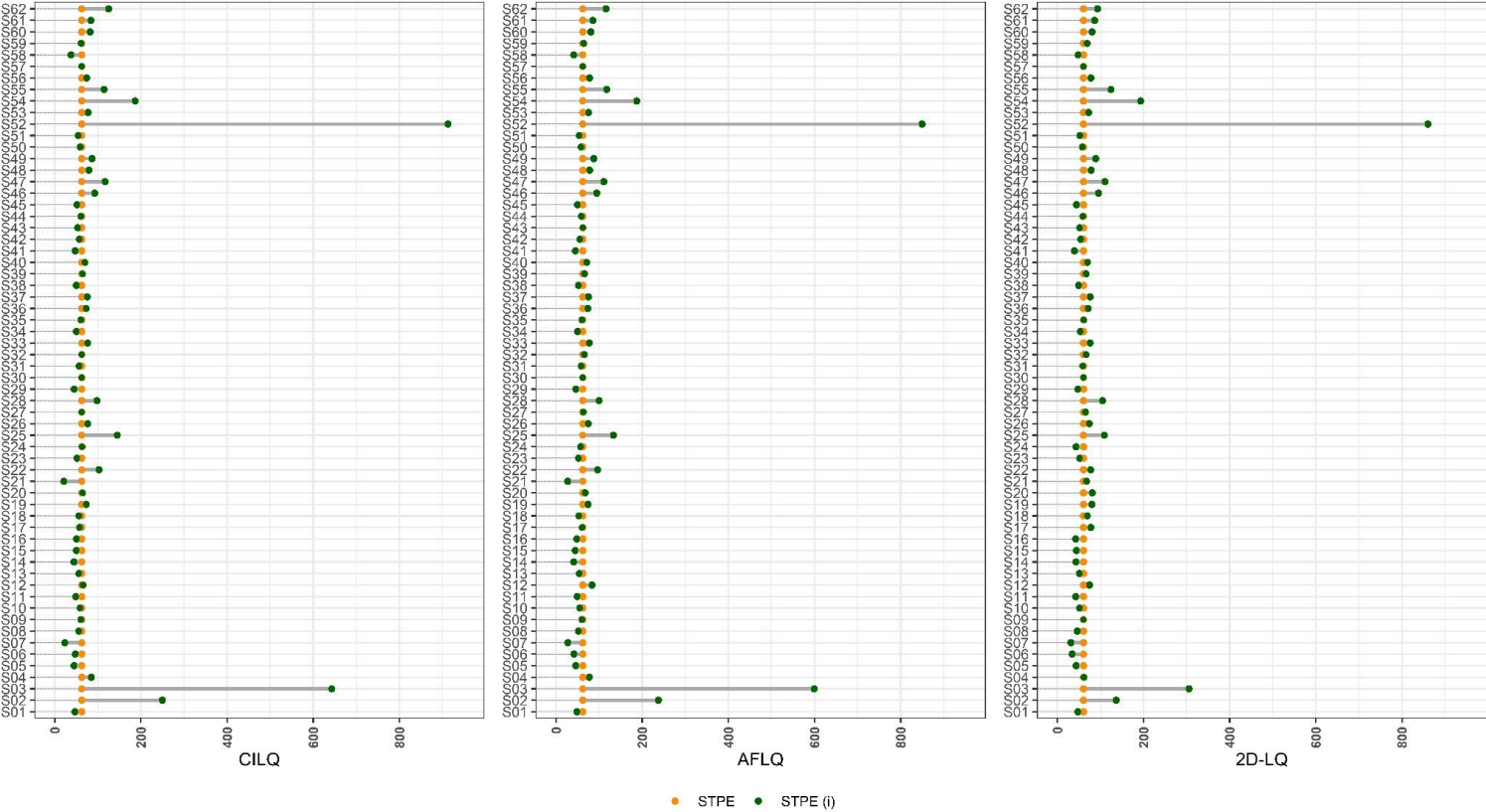


Figura 46. Distancias entre STPE global y los STPE por filas. Bélgica (2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].



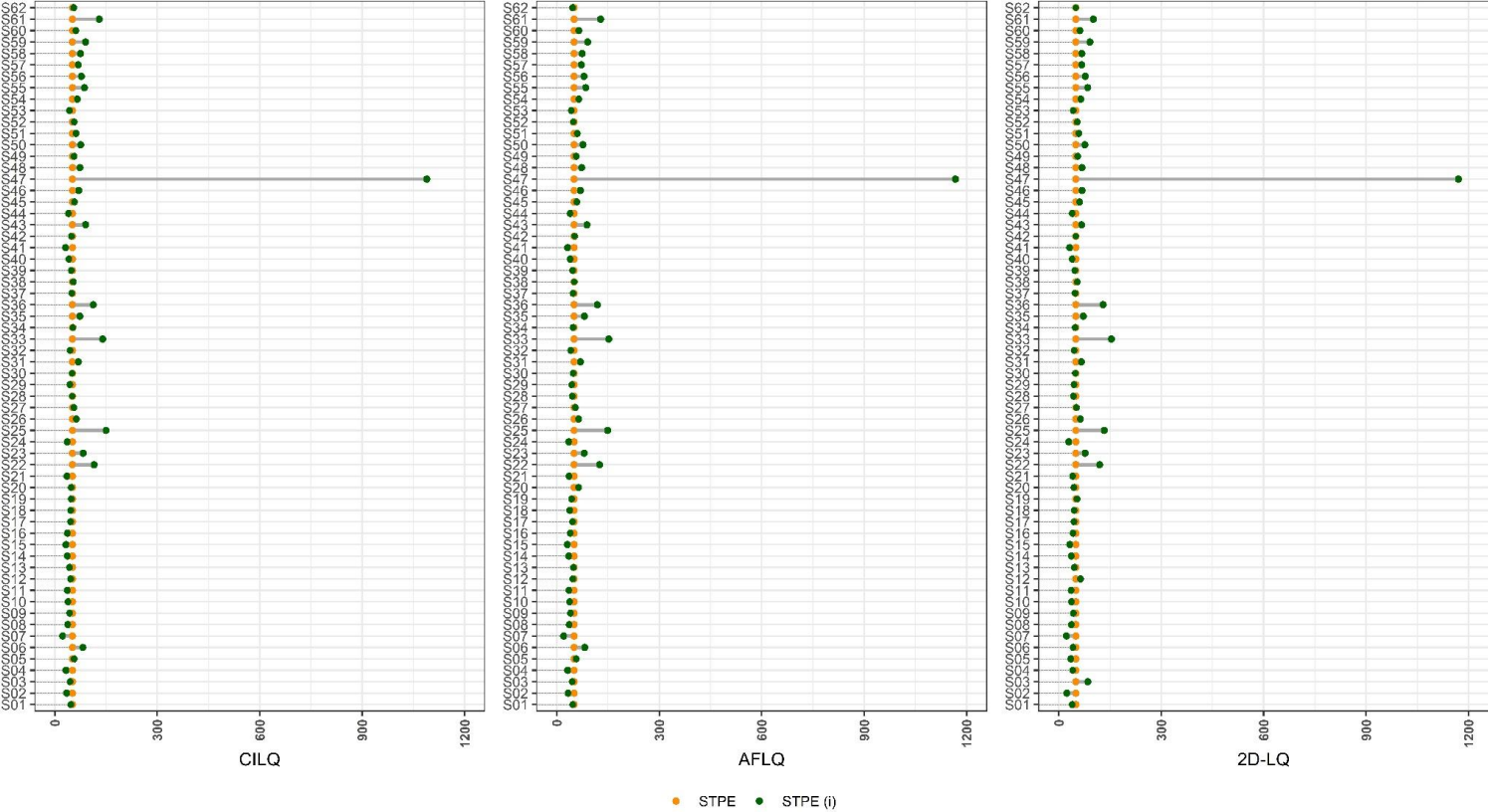


Figura 48. Distancias entre STPE global y los STPE por filas. Alemania (2015). Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Otra posibilidad de análisis consistiría en ver qué sucede con las rectificaciones celda a celda para cada formulación LQ –en base a las sendas estimativas de la Figura 27–y acto seguido compararlas con las rectificaciones deseables. De ese modo, se detectarían las celdas, o grupos de celdas, que acumulan más errores estimativos. A modo de ejemplo, se hace un esbozo de los efectos de rectificación por filas para sectores con tipología variada para Austria (2015). En concreto, se seleccionan los sectores: Papel y productos del papel (S08), Construcciones y trabajos de construcción (S27) y Servicios de alquiler (S50), dado que tienen una característica en común: son proveedores de todas las ramas y los correspondientes coeficientes son no nulos.

En las Figuras 49, 50 y 51 se observa para Austria (2015) que los errores significativos que están muy concentrados en determinados sectores. Curiosamente, los sectores implicados en las cruces (de estas filas con las columnas) coinciden en parte a los que acumulaban grandes errores en los STPE por filas. En concreto, son Servicios de administración pública y defensa; servicios de seguridad social obligatoria (S54), Servicios de investigación y desarrollo científico (S47) y Servicios de transporte marítimo y por vías navegables interiores (S32). Aquellas rectificaciones por filas deseables con valores superiores a 3 en el sector 8 son los sectores 54, para AFLQ y 2D-LQ y el sector 47 para los tres LQs. Mientras que para los sectores 8 y 27 se identificó el sector 32 solamente en el 2D-LQ. Si bien queda por ver si el signo del error es compensado por las rectificaciones por columnas. Por lo que generalizar este análisis –por filas– para todos los sectores y combinarlo con los errores obtenidos por columnas podría ser apropiado para establecer excepciones en las proyecciones, o no. Si bien queda por ver si el signo del error es compensado por las rectificaciones por columnas. Por lo que generalizar este análisis –por filas– para todos los sectores y combinarlo con los errores obtenidos por columnas podría ser apropiado para marcar excepciones en las rectificaciones, o no.

Por último, un avance necesario en este ámbito sería la explotación de toda la información disponible, más allá de los grados de especialización sectorial. Así, se podrían implementar procesos de ajuste sobre los marcos contables proyectados mediante técnicas LQ.

Por último, se recuerda que a nivel sub-territorial se hace complicado acudir al RAS básico, u otros métodos similares como el de entropía cruzada, porque siempre son escenarios con poca información por sectores. De ahí, que a efectos prácticos se recomienda ejecutar los ajustes sobre las proyecciones LQ obtenidas mediante el Eurométodo o el Path-RAS (Mahajan et al. 2018). Con toda seguridad, las estimaciones LQ también serán mejoradas, evidentemente no tanto como a través del RAS básico. El Eurométodo y el Path-RAS, en cierto modo, son generalizaciones del RAS y se caracterizan por implementar otro tipo de ajustes dada la poca información disponible. Ambos métodos rompen con el enfoque tradicional –claramente marcado por los márgenes de la matriz de consumos intermedios–. Las relaciones intersectoriales están ensambladas dentro de un marco contable de carácter global. Por lo que, cualquier variable que pertenezca a este marco es de provecho en el procedimiento de ajustes y, por consiguiente, debe ser incorporada al proceso estimativo. Es decir, se apunta esta sugerencia como una investigación a futuro y que podría arrojar unos resultados interesantes.

## Futuras líneas de investigación

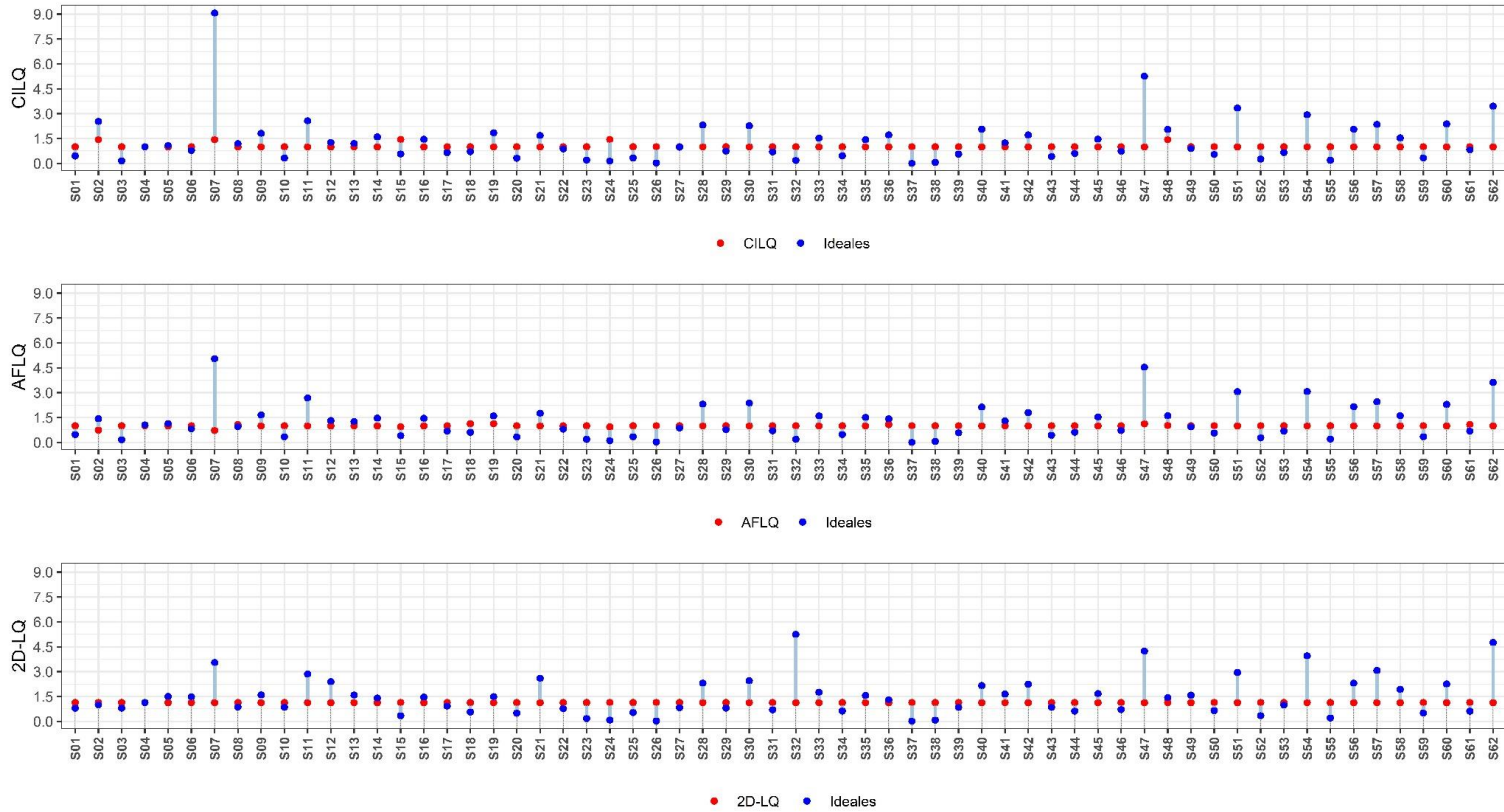


Figura 49. Sector 08: visualización de las rectificaciones por filas de los LQs para Austria (2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

# NAPOLÉON GUILLERMO SÁNCHEZ CHÓEZ

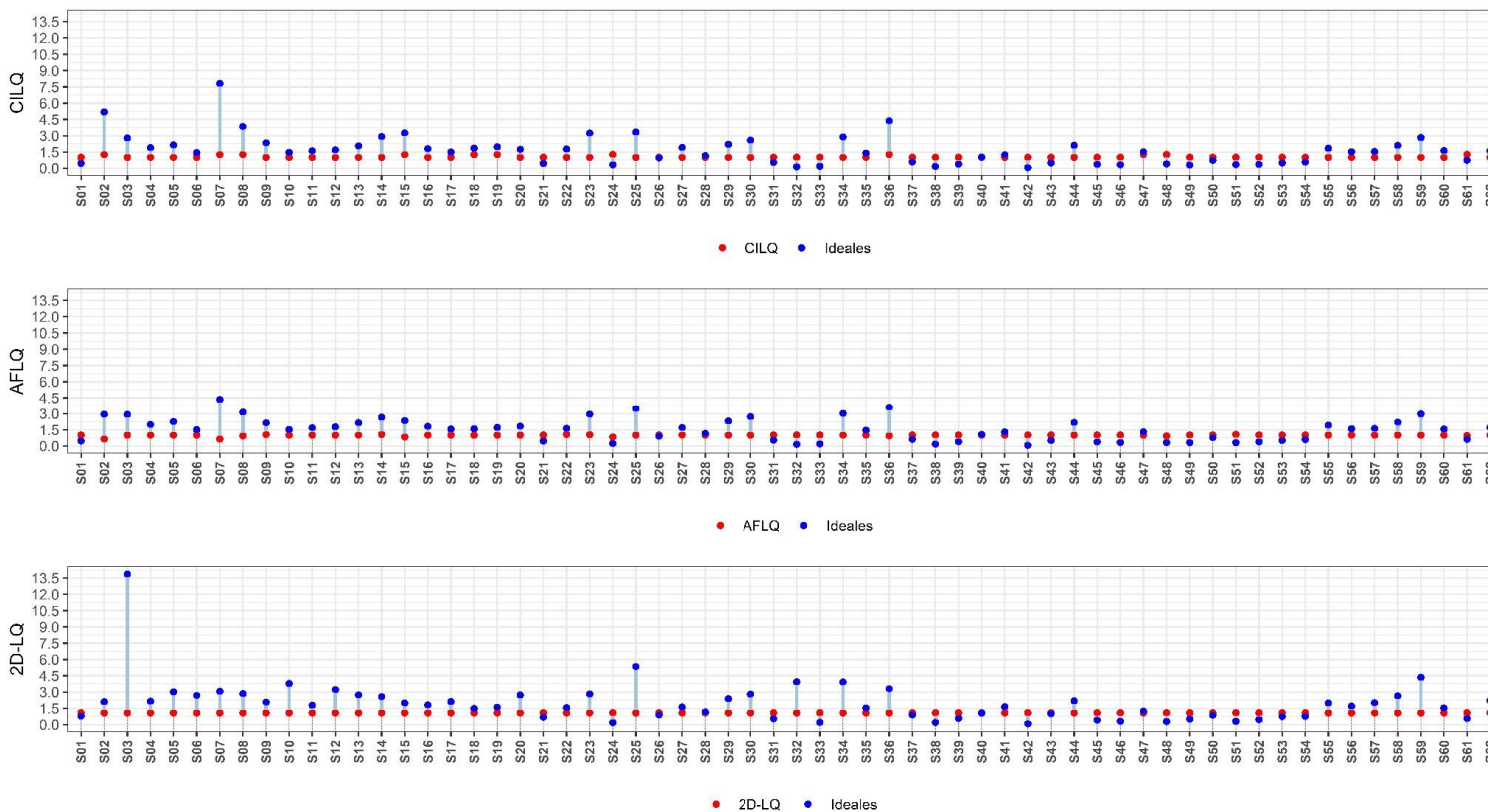


Figura 50. Sector 27: visualización de las rectificaciones por filas de los LQs para Austria (2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

## Futuras líneas de investigación

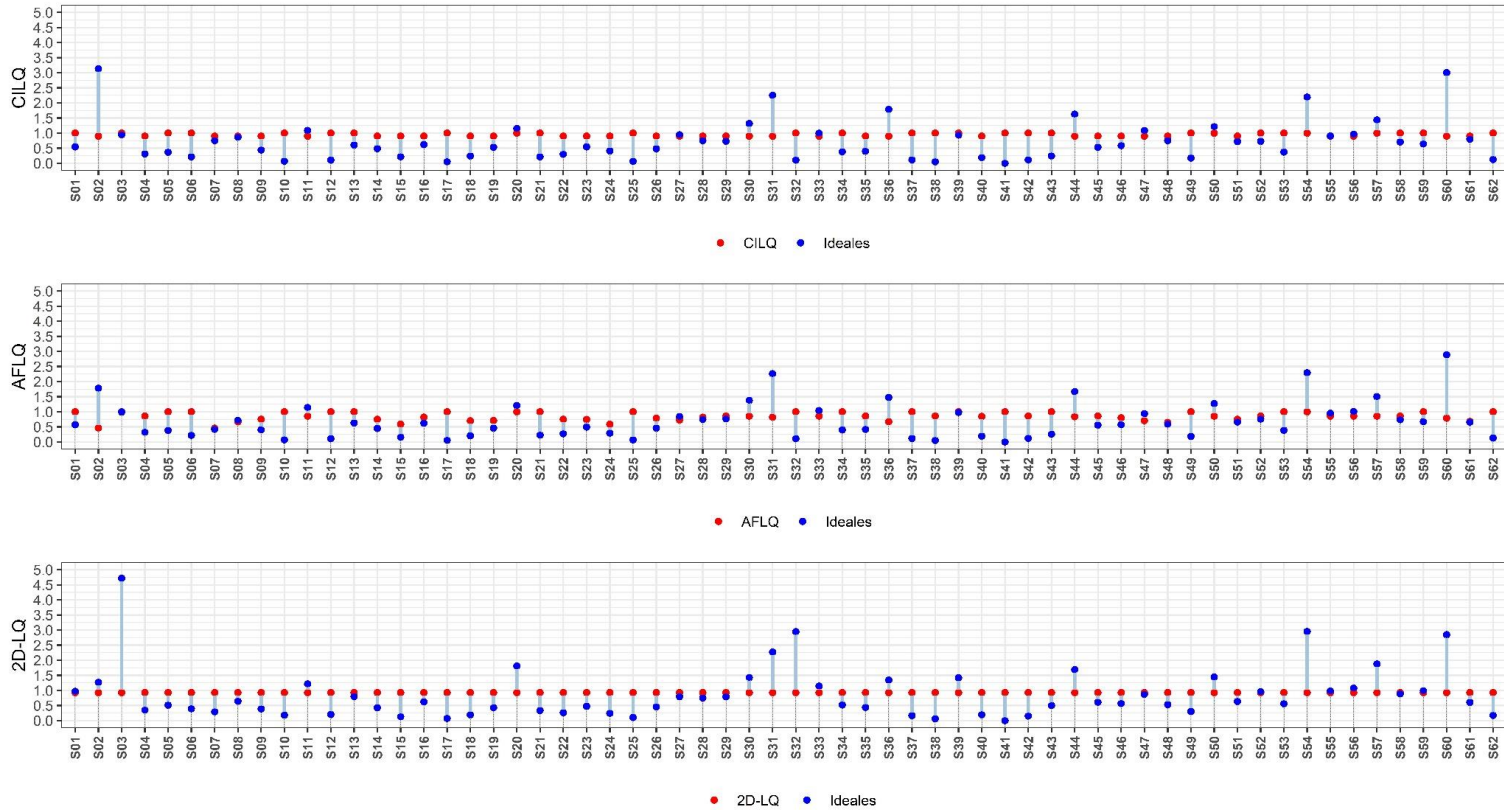


Figura 51. Sector 50: visualización de las rectificaciones por filas de los LQs para Austria (2015).  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].



## ANEXOS

### ANEXO 1: CLASIFICACIÓN DE PRODUCTO POR ACTIVIDAD (CPA) 2008.

Tabla 11. Codificación y clasificación de producto por Actividad (CPA) 2008.

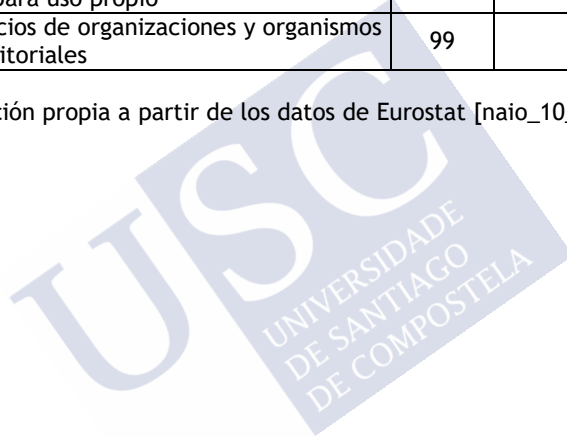
Código	Productos	(CPA) 2008	Codificación [naio_10_cp1700]
S01	1. Productos de la agricultura, la ganadería y la caza, y servicios relacionados con los mismos	01	CPA_A01
S02	2. Productos de la silvicultura y la explotación forestal, y servicios relacionados con los mismos	02	CPA_A02
S03	3. Pescado y otros productos de la pesca; productos de la acuicultura; servicios de apoyo a la pesca	03	CPA_A03
S04	4. Industrias extractivas	05-09	CPA_B
S05	5. Productos alimenticios; bebidas; tabaco manufacturado	10-12	CPA_C10-12
S06	6. Productos textiles; prendas de vestir; artículos de cuero y calzado	13-15	CPA_C13-15
S07	7. Madera y corcho y productos de madera y corcho, excepto muebles; artículos de cestería y espartería	16	CPA_C16
S08	8. Papel y productos del papel	17	CPA_C17
S09	9. Servicios de impresión y de reproducción de soportes grabados	18	CPA_C18
S10	10. Coque y productos de refino de petróleo	19	CPA_C19
S11	11. Productos químicos	20	CPA_C20
S12	12. Productos farmacéuticos de base y sus preparados	21	CPA_C21
S13	13. Productos de caucho y plásticos	22	CPA_C22
S14	14. Otros productos minerales no metálicos	23	CPA_C23
S15	15. Productos de metalurgia y productos metálicos	24	CPA_C24
S16	16. Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	25	CPA_C25
S17	17. Productos informáticos, electrónicos y ópticos	26	CPA_C26
S18	18. Equipo eléctrico	27	CPA_C27
S19	19. Maquinaria y equipo n.c.o.p.	28	CPA_C28

Código	Productos	(CPA) 2008	Codificación [naio_10_cp1700]
S20	20. Vehículos de motor, remolques y semirremolques	29	CPA_C29
S21	21. Otro material de transporte	30	CPA_C30
S22	22. Muebles; otros productos manufacturados	31-32	CPA_C31_32
S23	23. Servicios de reparación e instalación de maquinaria y equipos	33	CPA_C33
S24	24. Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	35	CPA_D
S25	25. Agua natural; servicios de tratamiento y distribución de agua	36	CPA_E36
S26	26. Servicios de alcantarillado; servicios de recogida, tratamiento y eliminación de residuos; servicios de aprovechamiento, de saneamiento y otros servicios de gestión de residuos	37-39	CPA_E37-39
S27	27. Construcciones y trabajos de construcción	41-43	CPA_F
S28	28. Servicios de comercio al por mayor y al por menor y servicios de reparación de vehículos de motor y motocicletas	45	CPA_G45
S29	29. Servicios de comercio al por mayor e intermediación del comercio, excepto de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores	46	CPA_G46
S30	30. Servicios de comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y motocicletas	47	CPA_G47
S31	31. Servicios de transporte terrestre, incluso por tubería	49	CPA_H49
S32	32. Servicios de transporte marítimo y por vías navegables interiores	50	CPA_H50
S33	33. Servicios de transporte aéreo	51	CPA_H51
S34	34. Servicios de almacenamiento y auxiliares del transporte	52	CPA_H52
S35	35. Servicios de correos y mensajería	53	CPA_H53
S36	36. Servicios de alojamiento y de comidas y bebidas	55-56	CPA_I
S37	37. Servicios de edición	58	CPA_J58
S38	38. Servicios cinematográficos, de vídeo y televisión; grabación de sonido y edición musical; servicios de programación y emisión de radio y televisión	59-60	CPA_J59_60
S39	39. Servicios de telecomunicaciones	61	CPA_J61
S40	40. Servicios de programación, consultoría y	62-63	CPA_J62_63

Código	Productos	(CPA) 2008	Codificación [naio_10_cp1700]
	otros servicios relacionados con la informática; servicios de información		
S41	41. Servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones	64	CPA_K64
S42	42. Servicios de seguros, reaseguros y planes de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	65	CPA_K65
S43	43. Servicios auxiliares a los servicios financieros y a los servicios de seguros	66	CPA_K66
S44	44. Servicios inmobiliarios	68	CPA_L68B
	44a. Alquileres imputados de las viviendas ocupadas por sus propietarios		CPA_L68A
S45	45. Servicios jurídicos y contables; servicios de sedes centrales de empresas; servicios de consultoría de gestión empresarial	69-70	CPA_M69_70
S46	46. Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; servicios de ensayos y análisis técnicos	71	CPA_M71
S47	47. Servicios de investigación y desarrollo científico	72	CPA_M72
S48	48. Servicios de publicidad y de estudio de mercado	73	CPA_M73
S49	49. Otros servicios profesionales, científicos y técnicos; servicios veterinarios	74-75	CPA_M74_75
S50	50. Servicios de alquiler	77	CPA_N77
S51	51. Servicios relacionados con el empleo	78	CPA_N78
S52	52. Servicios de agencias de viajes, operadores turísticos y otros servicios de reservas, y servicios relacionados con los mismos	79	CPA_N79
S53	53. Servicios de seguridad e investigación; servicios para edificios y paisajísticos; servicios administrativos, de oficina y otros servicios de ayuda a las empresas	80-82	CPA_N80-82
S54	54. Servicios de administración pública y defensa; servicios de seguridad social obligatoria	84	CPA_O
S55	55. Servicios de educación	85	CPA_P
S56	56. Servicios de atención sanitaria	86	CPA_Q86
S57	57. Servicios sociales de atención en establecimientos residenciales; servicios sociales sin alojamiento	87-88	CPA_Q87_88
S58	58. Servicios de creación, artísticos y de espectáculos; servicios de bibliotecas, archivos, museos y otros servicios	90-92	CPA_R90-92

Código	Productos	(CPA) 2008	Codificación [naio_10_cp1700]
	culturales; servicios de juegos de azar y apuestas		
S59	59. Servicios deportivos, recreativos y de entretenimiento	93	CPA_R93
S60	60. Servicios prestados por asociaciones	94	CPA_S94
S61	61. Servicios de reparación de ordenadores, efectos personales y artículos de uso doméstico	95	CPA_S95
S62	62. Otros servicios personales	96	CPA_S96
S63	63. Servicios de los hogares como empleadores de personal doméstico; bienes y servicios no diferenciados producidos por hogares para uso propio	97-98	CPA_T
S64	64. Servicios de organizaciones y organismos extraterritoriales	99	CPA_U

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].



## ANEXO 2: CONTENIDO DEL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Tabla 12. Las diez palabras clave más relevantes con ligeras variaciones.

nro.	keyword abbreviation	Keywords	Total variations	Frecuency	keywords with slight variations
1	IOA	Input Output Analysis	38	153	Input-Output Analysis (70), Input-Output Model (27), Input-Output (9), Input-Output Table (6), Input-Output Analysis (IOA) (5), Input Output Analysis (3), Input-Output Method (2), (Input-Output) I-O Analysis (1), Backward Linkage(1), China Input Output Modeling(1), ...
2		Carbon Emissions	42	65	CO2 Emissions (12), Carbon Emissions (8), Carbon Dioxide Emissions (2), Carbon Emission (2), CO2 Emission (2), Embodied CO2 Emissions (2), Emissions Embodied In Trade (2), Black Carbon (1), Carbon (1), Carbon Emission Imbalance (1), ...
3		Energy Efficiency	40	62	Energy Consumption (9), Embodied Energy (6), Water-Energy Nexus (5), Energy Intensity (3), Bioenergy (2), Energy (2), Renewable Energy (2), Biomass District Heating (1), Clean Energy (1), Community Based Energy Efficiency (1), ...
4	MRIO	Multi Regional Input Output	24	53	Multi-Regional Input-Output Analysis (11), Multi-Regional Input-Output Model (11), Multi-Regional Input-Output (3), Multiregional Input-Output (3), Multiregional Input-Output Analysis (3), Multi-Regional Input-Output (MRIO) Model (2), Multi-Scale Input-Output Analysis (2), Multiregional Input-Output Model (2), Input-Output Modeling (1), MRIO Model (1), ...
5	Water Footpr.	Water Footprint	14	45	Virtual Water (14), Water Footprint (14), Virtual Water Trade (3), Blue Water Footprint (2), Gray Water Footprint (2), Virtual Water Transfer (2), Total Water Use Coefficient (1), Virtual Scarce Water (1), Virtual Water Accounting (1), Virtual Water Export (1), ...
6		Water Consumption	22	31	Water Resources (4), Water Consumption (3), Water Management (3), Water Resources Management (3), Consumption-Based Water Resources (1), Industrial Wastewater Discharge Reduction (1),

nro.	keyword abbreviation	Keywords	Total variations	Frecuency	keywords with slight variations
7	Carbon Footpr.	Carbon Footprint	9	21	Integrated Water Resource Management (1), Regional Water Stress (1), Sustainable Water Utilization (1), Total Water Management (1), ... Carbon Footprint (12), Urban Carbon Footprint (2), Carbon Metabolism (1), City Carbon Footprint (1), Consumption-Based Carbon Emissions (1), Energy Flow Analysis (1), Energy Footprint (1), Household Carbon Footprints (1), Provincial Carbon Footprint (1).
8		Urban Metabolism	12	20	Urban Metabolism (6), Sustainable Urban System (2), Urban Ecology (2), Urban Sustainability (2), Fisheries (1), Fishery Closure (1), Fishery Disaster (1), Fishing (1), Fishing Behavior (1), Urban GHG Emissions Metabolism Systems (1), ...
9	Econ. Impact	Economic Impact	9	18	Economic Impact (9), Economic Impact Analysis (2), Economic Impact Assessment (1), Economic Impacts (1), Environment And Economic Impact Evaluation (1), Local Economic Impacts (1), Regional Economic Impact (1), Regional Impact Modelling (1), Rural Economic Impacts (1).
10	LCA	Life Cycle Assessment	14	18	Life Cycle Assessment (3), Process-Based LCA (2), Territorial Life Cycle Assessment (LCA) (2), Environmental Life Cycle Assessment (1), Hybrid-LCA (1), Hybrid LCA (1), Life-Cycle Analysis (1), Life Cycle (1), Life Cycle Analysis (1), Life Cycle Assessment (LCA) (1), ...

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

Tabla 13. Abreviaciones y nombres de Keywords y métodos.

nro.	Abreviación	Nombre completo
1	Adaptive Regional I-O	Adaptive Regional Input-Output
2	Agent-Based Inoperability I-O Mo.	Agent-Based Inoperability Input-Output Model
3	Air Quality Simulation Mo.	Air Quality Simulation Model
4	American Council of Education M.	American Council of Education Method
5	ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
6	Betweenness-Based M.	Betweenness-Based Method
7	Carbon Footpr.	Carbon Footprint
8	Carbon Emission Pinch A.	Carbon Emission Pinch Analysis
9	CGE	Computable General Equilibrium
10	CO2	Carbon Emissions
11	Corr. A.	Correlation Analysis
12	Coupled Global Climate Mo.	Coupled Global Climate Model
13	Data Envelopment A.	Data Envelopment Analysis
14	DEA	Data Envelopment Analysis
15	Direct Water Use Coeff.	Direct Water Use Coefficient
16	Double Deflation M.	Double Deflation Method
17	Double Logarithmic Mo.	Double Logarithmic Model
18	Dynamic Inoperability I-O Mo.	Dynamic Inoperability Input-Output Model
19	Dynamic I-O	Dynamic Input-Output
20	Ecol. Footpr.	Ecological Footprint
21	Ecol. IO	Ecological Input-Output
22	Ecological I-O	Ecological Input-Output
23	Econ. Development	Economic Development
24	Econ. Impact	Economic Impact
25	Economic I-O-LCA	Economic Input-Output – Life Cycle Assessment
26	EEBT	Emissions Embodied in Bilateral Trade
27	EEIO	Environmentally Extended Input-Output
28	EEIOA	Environmentally Extended Input-Output Analysis
29	EFF-Lorenz Curve	Efficiency-Lorenz Curve
30	EIO	Environmental Input-Output
31	EIOA	Environmental Input-Output Analysis
32	EIO-LCA	Environmental Input-Output – Life Cycle Assessment
33	Electr.	Electricity
34	Emergy A.	Emergy Analysis
35	Emergy Sustainability I.	Emergy Sustainability Index

nro.	Abreviación	Nombre completo
36	Emissions Accounting M.	Emissions Accounting Method
37	Emissions Embodied in Provinc. Trade	Emissions Embodied in Provincial Trade
38	EMRIO	Environmental Multi-Region Input-Output
39	ENA	Ecological Network Analysis
40	Energy Flow A.	Energy Flow Analysis
41	Energy I-O A.	Energy Input-Output Analysis
42	Environmental Coeff. Matrix	Environmental Coefficient Matrix
43	Eqs	Equations
44	EW-MFA	Economy-Wide Material Flow Accounts
45	Expanded IRIO	Expanded Inter-Regional Input-Output
46	Exposure-Response Mo.	Exposure-Response Model
47	Extending Flegg LQ	Extending Flegg Location Quotients
48	Factor A.	Factor Analysis
49	Factorial-Based Ecologically-Extended I-O Mo.	Factorial-Based Ecologically-Extended Input-Output Model
50	Finn's Cycling I.	Finn's Cycling Index
51	Flow A.	Flow Analysis
52	Forest Resource Metabolism Network Mo.	Forest Resource Metabolism Network Model
53	Garin-Lowry Mo.	Garin-Lowry Model
54	Geographic Info. System	Geographic Information System
55	GEOS-CHEM Mo.	GEOS-CHEM Model
56	GHG	Greenhouse Gas Emissions
57	Ghosh Mo.	Ghosh Model
58	Gini Coeff.	Gini Coefficient
59	GIS-Based Environmental Policy Integrate Climate Mo.	GIS-Based Environmental Policy Integrate Climate Model
60	Global Link I-O	Global Link Input-Output
61	Global MRIO	Global Multi-Regional Input-Output
62	GRAS	Generalized RAS
63	Gravity Mo.	Gravity Model
64	GRIT M.	GRIT Method
65	Grubel Lloyd I.	Grubel Lloyd Index
66	Guangdong Prov.	Guangdong Province
67	Hadley Centre Coupled Mo.	Hadley Centre Coupled Model
68	HEM	Hypothetical Extraction Method
69	Hierarchical Cluster A.	Hierarchical Cluster Analysis
70	IDA	Index Decomposition Analysis
71	Index Phys. Water Intensity	Index Physical Water Intensity
72	Indir. Econ. Loss	Indirect Economic Loss
73	Indir. Loss	Indirect Loss

nro.	Abreviación	Nombre completo
74	Industr. Wastewater Discharge	Industrial Wastewater Discharge
75	Industrial Ecol.	Industrial Ecology
76	Info. Entropy M.	Information Entropy Method
77	Input-Occupancy-Output A.	Input-Occupancy-Output Analysis
78	Inter-provinc. trade	Inter-Provincial Trade
79	Inter-Provinc. I-O	Inter-Provincial Input-Output
80	I-O MO. for Pacific Coast	Input-Output Model for Pacific Coast
81	IOA	Input-Output Analysis
82	IOI	Input-Output Inoperability
83	IRIO	Inter-Regional Input-Output
84	Kendall Tau Corr. Coeff.	Kendall Tau Correlation Coefficient
85	LCA	Life Cycle Assessment
86	Linkages A.	Linkages Analysis
87	LMDI	Logarithmic Mean Divisia Index
88	LQ	Location Quotients
89	LQs	Location Quotients
90	M_C Simulation	Monte Carlo Simulation
91	MFA	Material Flow Analysis
92	Moran I.	Moran Index
93	MRIO	Multi-Regional Input-Output
94	Multi-Agent Systems Mo.	Multi-Agent Systems Model
95	Multicriteria A.	Multicriteria Analysis
96	Multi-Objective Optimization Mo.	Multi-Objective Optimization Model
97	Multiplier Decomposition M.	Multiplier Decomposition Method
98	Multi-Scale I-O	Multi-Scale Input-Output
99	Multi-Sectoral Coimbra Mo.	Multi-Sectoral Multi-Regional Coimbra Model
100	Network A.	Network Analysis
101	Non-Linear I-O	Non-Linear Input-Output
102	PCA	Principal Component Analysis
103	Phys. I-O	Physical Input-Output
104	PIOT	Physical Input-Output Table
105	Price Sensitivity Coeff.	Price Sensitivity Coefficient
106	Productivity I.	Productivity Index
107	Provinc. I-O	Provincial Input-Output
108	Quasi-Experimental Control Group M.	Quasi-Experimental Control Group Method
109	RAPS-Mo.	RAPS-Model
110	RAS	RAS method
111	Regional A.	Regional Analysis
112	Regional Environmental Inequality I.	Regional Environmental Inequality Index
113	Regression Mo.	Regression Model
114	Resilience I	Resilience Index
115	Re-Spending Mo.	Re-Spending Model

nro.	Abreviación	Nombre completo
116	RIO	Regional Input-Output
117	SAM	Social Accounting Matrix
118	SDA	Structural Decomposition Analysis
119	Semi Closed I-O Mo.	Semi Closed Input-Output Model
120	Sensitivity A.	Sensitivity Analysis
121	Seoul Metropolitan Integrated Urban Mo.	Seoul Metropolitan Integrated Urban Model
122	So. Calif. Planning Mo.	Southern California Planning Model
123	Spatial Allocation Mo.	Spatial Allocation Model
124	Spatial I-O Mo.	Spatial Input-Output Model
125	Spatial Lag Mo.	Spatial Lag Model
126	Spearman's Rank Corr. Coeff.	Spearman's Rank Correlation Coefficient
127	Struct. Path A.	Structural Path Analysis
128	Struct. Vector Autoregressive	Structural Vector Autoregressive
129	Structural Path A.	Structural Path Analysis
130	Technical Elasticity Coeff.	Technical Elasticity Coefficient
131	The Ryan Shortcut M.	The Ryan Shortcut Method
132	Three-TIER Mo.	Three-TIER Model
133	Trans. Distrib. Coeff. M.	Transport Distribution Coefficient Method
134	Utility A.	Utility Analysis
135	Variable Coeff. Panel Regression M.	Variable Coefficient Panel Regression Method
136	Water Footpr.	Water Footprint
137	Water Footprint A.	Water Footprint Analysis
138	Water Stress I.	Water Stress Index
139	Water-Energy Mixed-Unit I-O	Water-Energy Mixed-Unit Input-Output

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

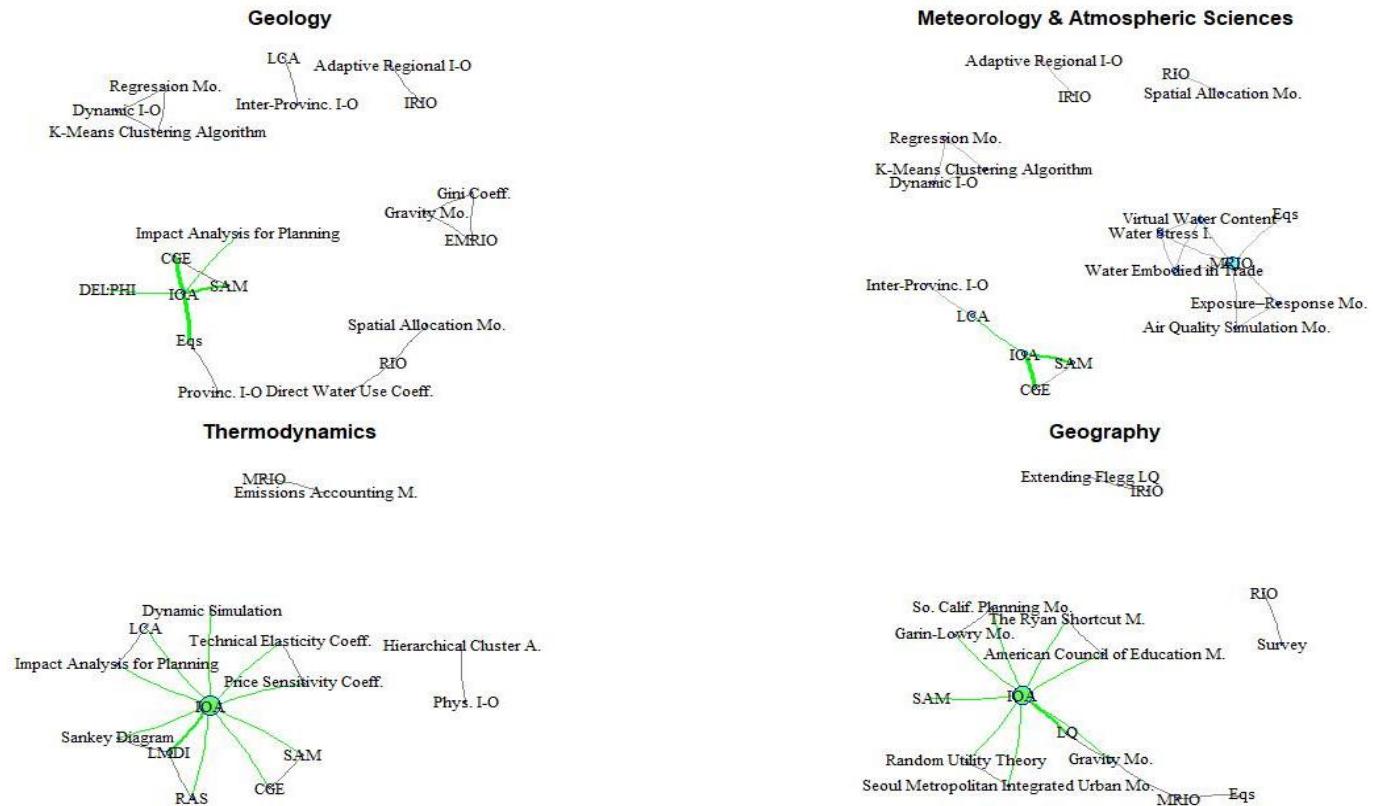


Figura 52. Métodos en las subject areas: Geology, Meteorology & atmospheric Sciences, Thermodynamics y Geography. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

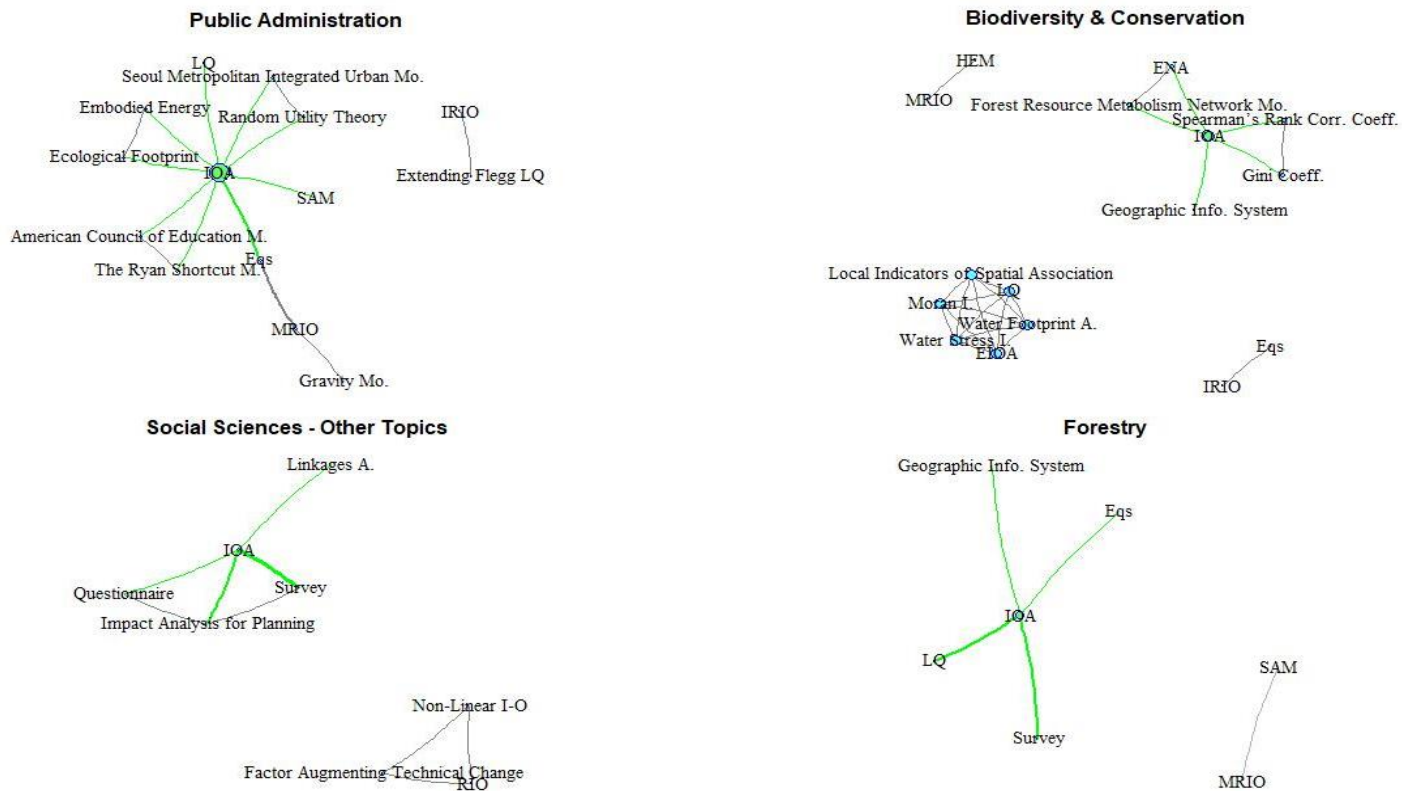


Figura 53. Métodos en las subject areas: Public Administration, Biodiversity & Conservation, Social Sciences - Other Topics y Forestry. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

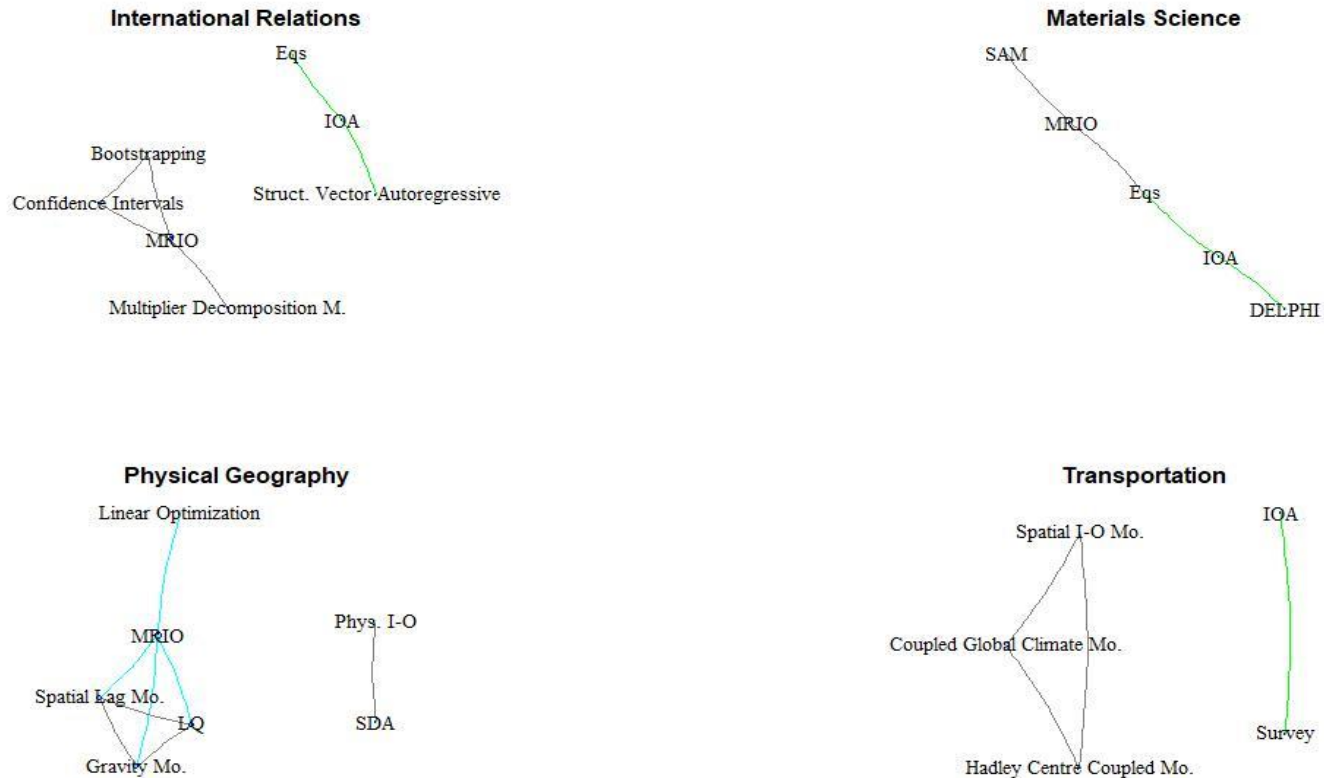


Figura 54. Métodos en las subject areas: International Relations, Material Science, Physical Geography y Transportation. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

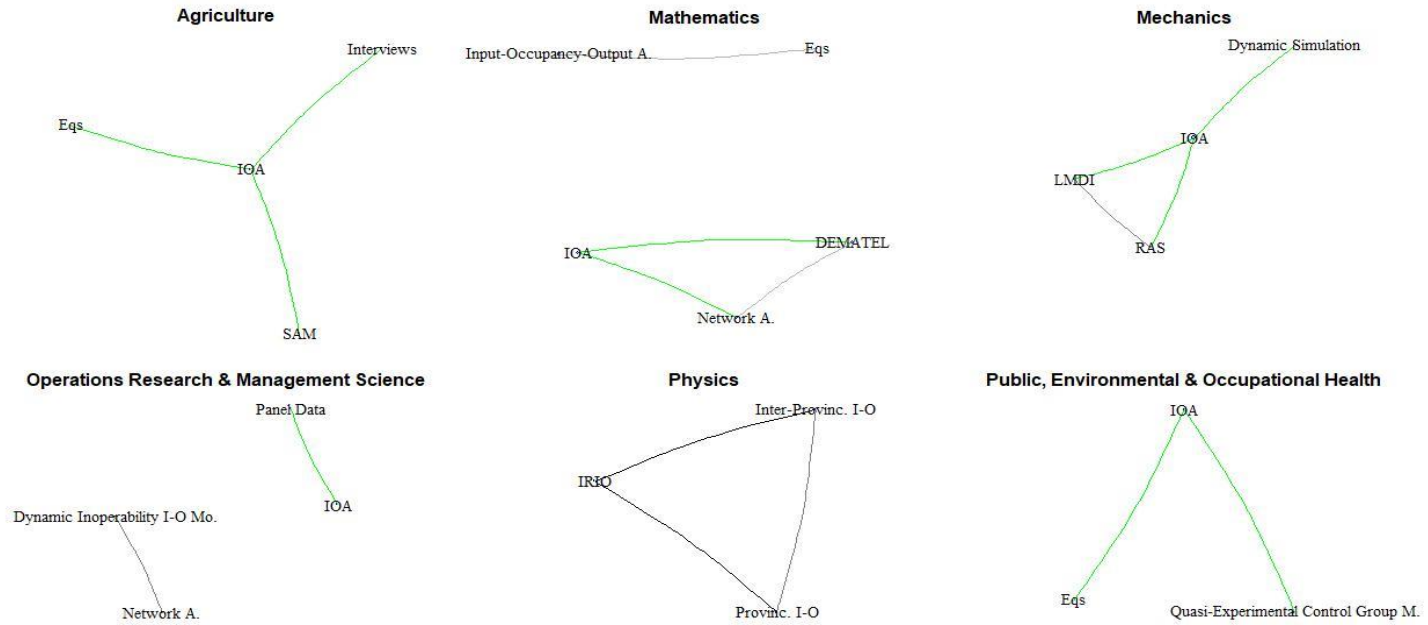


Figura 55. Métodos en las subject areas: Agriculture, Mathematics, Mechanics, Operations research & Management Science, Physics y Public, Environmental & Occupational Health.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

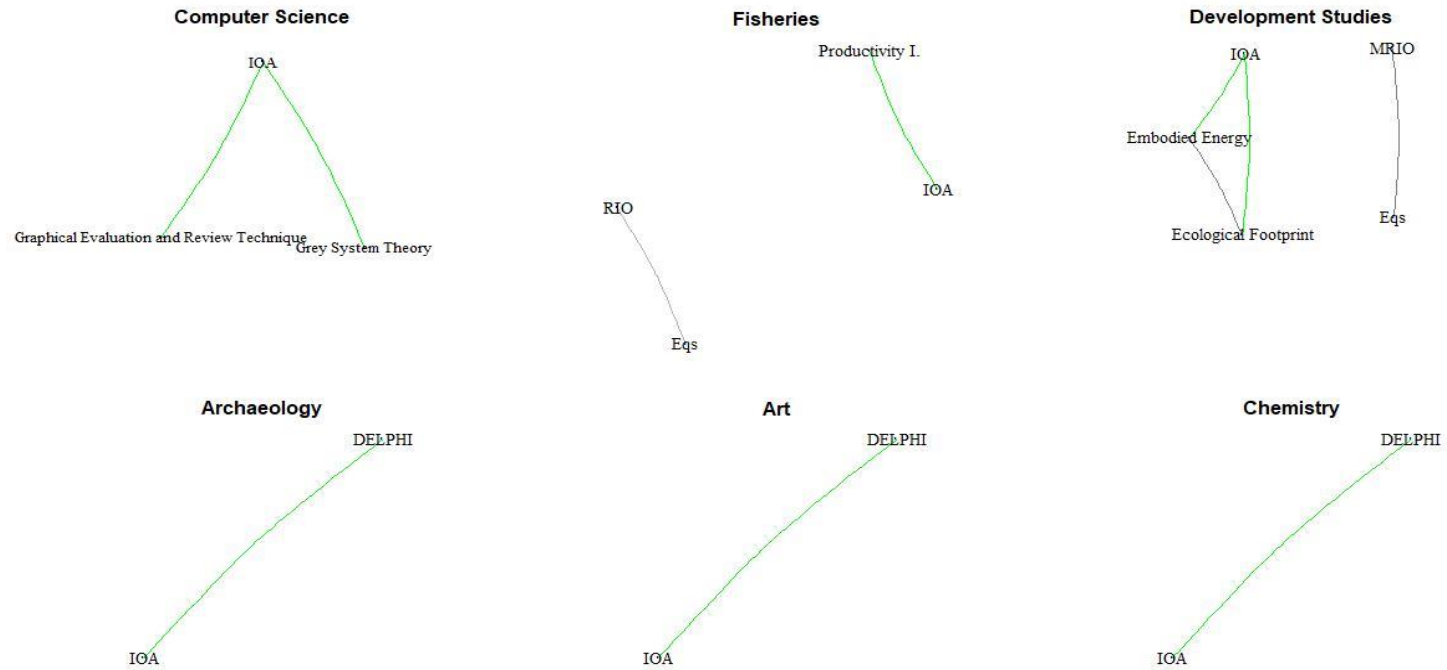


Figura 56. Métodos en las subject areas: Computer Science, Fisheries, Development Studies, Archaeology, Art y Chemistry.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

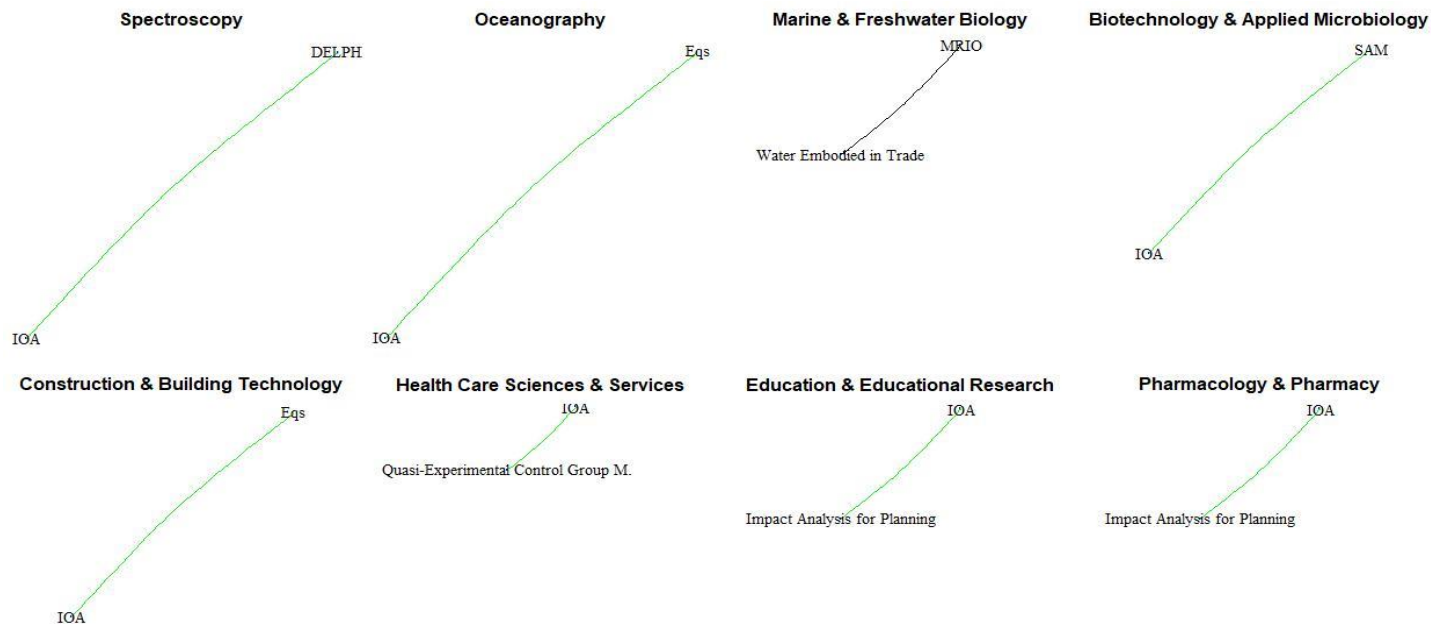


Figura 57. Métodos en las subject areas: Spectroscopy, Oceanography, Marine & Freshwater Biology, Biotechnology & Applied Microbiology, Construction & Building Technology, Health Care Sciences & Services, Education & Educational Research y Pharmacology & Pharmacy.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Web of Science.

### ANEXO 3: EVALUACIÓN DE MARCOS CONTABLES Y DE AJUSTES (2015)

Tabla 14. Evaluación de proyecciones de marcos contables para países del EA-19 (2015)

Países	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	RAS (CILQ)	RAS (FLQ)	RAS (AFLQ)
Chipre	0.00527	0.00458 (0.36)	0.00453 (0.26)	0.00369	0.00375	0.00378
Estonia	0.00475	0.00417 (0.12)	0.00417 (0.18)	0.00318	0.00317	0.00316
Letonia	0.00501	0.00457 (0.17)	0.00440 (0.18)	0.00378	0.00386	0.00386
Eslovenia	0.00473	0.00441 (0.12)	0.00441 (0.14)	0.00395	0.00405	0.00405
Eslovaquia	0.00495	0.00459 (0.19)	0.00449 (0.20)	0.00350	0.00364	0.00364
Portugal	0.00397	0.00387 (0.09)	0.00376 (0.13)	0.00326	0.00330	0.00330
Austria	0.00428	0.00402 (0.19)	0.00391 (0.21)	0.00318	0.00328	0.00328
Bélgica	0.00451	0.00406 (0.25)	0.00402 (0.26)	0.00356	0.00355	0.00355
España	0.00405	0.00399 (0.10)	0.00390 (0.13)	0.00321	0.00321	0.00322
Italia	0.00396	0.00390 (0.12)	0.00381 (0.15)	0.00349	0.00344	0.00342
Francia	0.00343	0.00331 (0.19)	0.00325 (0.20)	0.00262	0.00260	0.00259
Alemania	0.00362	0.00354 (0.20)	0.00348 (0.20)	0.00277	0.00277	0.00276

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].



**ANEXO 4: EVALUACIÓN DEL ACILQ: DIEZ PAÍSES DEL EA-19 (2010-2015)**

Tabla 15. Evaluación de las proyecciones ACILQ para los países del EA-19 (2010-2015)

Países	STPE									
	2010					2015				
	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )
Austria	60.0131	60.0131 (0.00)	<b>59.4169</b> (0.03)	59.8021	59.9648 (0.92)	59.9677	59.9677 (0.00)	<b>59.1202</b> (0.03)	59.2625	59.9257 (0.88)
Belgium	63.5424	63.5308 (0.01)	<b>62.9130</b> (0.06)	63.6248	63.1072 (0.10)	62.7317	62.7317 (0.00)	62.1840 (0.03)	62.3004	<b>62.0977</b> (-0.14)
Estonia	68.1329	68.1329 (0.00)	69.4853 (0.05)	71.5968	<b>67.8906</b> (0.66)	<b>67.1265</b>	67.1265 (0.00)	69.1092 (0.04)	70.5343	67.1265 (1.00)
France	47.1259	47.1259 (0.00)	<b>46.2712</b> (0.05)	46.5103	46.6407 (0.68)	49.8202	49.8202 (0.00)	<b>48.2449</b> (0.10)	49.2630	48.4481 (0.63)
Germany	50.1567	50.1567 (0.00)	<b>49.3700</b> (0.01)	49.3730	49.6159 (0.40)	51.4315	51.4315 (0.00)	50.7090 (0.00)	50.7090	<b>50.1443</b> (0.21)
Italy	47.2351	47.2351 (0.00)	46.1308 (0.00)	46.1308	<b>44.4402</b> (-0.20)	48.5098	48.5098 (0.00)	47.5579 (0.02)	47.6341	<b>45.2315</b> (-0.37)
Latvia	80.7501	80.0128 (0.04)	78.8718 (0.09)	82.1313	<b>75.3378</b> (-0.30)	78.4316	77.7534 (0.04)	76.6472 (0.10)	80.6395	<b>76.3587</b> (0.30)
Slovakia	66.1548	65.9480 (0.02)	62.6401 (0.06)	64.7949	<b>62.5941</b> (-0.03)	65.3514	65.3514 (0.00)	<b>62.6928</b> (0.05)	64.1736	63.6991 (0.09)
Slovenia	67.5126	67.5126 (0.00)	67.9622 (0.01)	68.0666	<b>67.2894</b> (-0.30)	68.2789	68.2789 (0.00)	68.8636 (0.02)	68.9218	<b>67.6108</b> (0.76)
Spain	50.8017	50.8017 (0.00)	<b>50.0621</b> (0.01)	50.1163	50.1483 (0.29)	54.8679	54.8679 (0.00)	54.1206 (0.06)	54.6517	<b>53.9439</b> (0.16)

Países	MAD									
	2010					2015				
	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )
Austria	0.0052	0.0052 (0.00)	<b>0.0051</b> (0.03)	0.0052	0.0052 (0.92)	0.0052	0.0052 (0.00)	<b>0.0051</b> (0.03)	0.0051	0.0051 (0.88)
Belgium	0.0060	0.0060 (0.01)	<b>0.0059</b> (0.06)	0.0060	0.0059 (0.10)	0.0060	0.0060 (0.00)	0.0059 (0.03)	0.0059	<b>0.0059</b> (-0.14)
Estonia	0.0061	0.0061 (0.00)	0.0062 (0.05)	0.0064	<b>0.0061</b> (0.66)	<b>0.0061</b>	0.0061 (0.00)	0.0062 (0.04)	0.0064	0.0061 (1.00)
France	0.0040	0.0040 (0.00)	<b>0.0039</b> (0.05)	0.0040	0.0040 (0.68)	0.0042	0.0042 (0.00)	<b>0.0041</b> (0.10)	0.0042	0.0041 (0.63)
Germany	0.0042	0.0042 (0.00)	<b>0.0041</b> (0.01)	0.0041	0.0041 (0.40)	0.0042	0.0042 (0.00)	0.0042 (0.00)	0.0042	<b>0.0041</b> (0.21)
Italy	0.0042	0.0042 (0.00)	0.0041 (0.00)	0.0041	<b>0.0040</b> (-0.20)	0.0043	0.0043 (0.00)	0.0043 (0.02)	0.0043	<b>0.0041</b> (-0.37)
Latvia	0.0070	0.0070 (0.04)	0.0069 (0.09)	0.0071	<b>0.0065</b> (-0.30)	0.0066	0.0066 (0.04)	0.0065 (0.10)	0.0068	<b>0.0065</b> (0.30)
Slovakia	0.0057	0.0056 (0.02)	0.0054 (0.06)	0.0055	<b>0.0053</b> (-0.03)	0.0058	0.0058 (0.00)	<b>0.0056</b> (0.05)	0.0057	0.0057 (0.09)
Slovenia	0.0058	0.0058 (0.00)	0.0059 (0.01)	0.0059	<b>0.0058</b> (-0.30)	0.0060	0.0060 (0.00)	0.0061 (0.02)	0.0061	<b>0.0060</b> (0.76)
Spain	0.0044	0.0044 (0.00)	<b>0.0043</b> (0.01)	0.0044	0.0044 (0.29)	0.0047	0.0047 (0.00)	0.0046 (0.06)	0.0047	<b>0.0046</b> (0.16)

Países	MAPE									
	2010					2015				
	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )
Austria	0.0156	0.0156 (0.00)	<b>0.0155</b> (0.03)	0.0156	0.0156 (0.92)	0.0156	0.0156 (0.00)	<b>0.0154</b> (0.03)	0.0154	0.0156 (0.88)
Belgium	0.0165	0.0165 (0.01)	<b>0.0164</b> (0.06)	0.0166	0.0164 (0.10)	0.0163	0.0163 (0.00)	0.0162 (0.03)	0.0162	<b>0.0162</b> (-0.14)
Estonia	0.0177	0.0177 (0.00)	0.0181 (0.05)	0.0186	<b>0.0177</b> (0.66)	<b>0.0175</b>	0.0175 (0.00)	0.0180 (0.04)	0.0183	0.0175 (1.00)
France	0.0123	0.0123 (0.00)	<b>0.0120</b> (0.05)	0.0121	0.0121 (0.68)	0.0130	0.0130 (0.00)	<b>0.0126</b> (0.10)	0.0128	0.0126 (0.63)
Germany	0.0130	0.0130 (0.00)	<b>0.0128</b> (0.01)	0.0128	0.0129 (0.40)	0.0134	0.0134 (0.00)	0.0132 (0.00)	0.0132	<b>0.0130</b> (0.21)
Italy	0.0123	0.0123 (0.00)	0.0120 (0.00)	0.0120	<b>0.0116</b> (-0.20)	0.0126	0.0126 (0.00)	0.0124 (0.02)	0.0124	<b>0.0118</b> (-0.37)
Latvia	0.0210	0.0208 (0.04)	0.0205 (0.09)	0.0214	<b>0.0196</b> (-0.30)	0.0204	0.0202 (0.04)	0.0199 (0.10)	0.0210	<b>0.0199</b> (0.30)
Slovakia	0.0172	0.0172 (0.02)	0.0163 (0.06)	0.0163	<b>0.0163</b> (-0.03)	0.0170	0.0170 (0.00)	<b>0.0163</b> (0.05)	0.0167	0.0166 (0.09)
Slovenia	0.0176	0.0176 (0.00)	0.0177 (0.01)	0.0177	<b>0.0175</b> (-0.30)	0.0178	0.0178 (0.00)	0.0179 (0.02)	0.0179	<b>0.0176</b> (0.76)
Spain	0.0132	0.0132 (0.00)	<b>0.0130</b> (0.01)	0.0130	0.0130 (0.29)	0.0143	0.0143 (0.00)	0.0141 (0.06)	0.0142	<b>0.0140</b> (0.16)

Países	SD-MAD									
	CILQ	2010				2015				
		FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )
Austria	0.0177	0.0177 (0.00)	0.0170 (0.00)	<b>0.0170</b>	0.0177 (0.99)	0.0173	0.0173 (0.00)	0.0165 (0.00)	<b>0.0165</b>	0.0173 (0.91)
Belgium	0.0211	0.0211 (0.00)	0.0204 (0.00)	<b>0.0204</b>	0.0209 (0.35)	0.0205	0.0205 (0.00)	0.0199 (0.00)	<b>0.0199</b>	0.0204 (0.68)
Estonia	<b>0.0200</b>	0.0200 (0.00)	0.0216 (0.06)	0.0231	0.0200 (1.00)	<b>0.0196</b>	0.0196 (0.00)	0.0211 (0.06)	0.0228	0.0196 (1.00)
France	0.0103	0.0103 (0.00)	0.0100 (0.00)	<b>0.0100</b>	0.0102 (0.77)	0.0109	0.0109 (0.00)	<b>0.0105</b> (0.00)	0.0105	0.0105 (0.66)
Germany	0.0118	0.0118 (0.00)	0.0112 (0.00)	<b>0.0112</b>	0.0117 (0.79)	0.0121	0.0121 (0.00)	<b>0.0113</b> (0.00)	0.0113	0.0118 (0.49)
Italy	0.0116	0.0116 (0.00)	0.0115 (0.08)	0.0118	<b>0.0106</b> (-0.22)	0.0116	0.0116 (0.00)	0.0116 (0.11)	0.0123	<b>0.0103</b> (-0.34)
Latvia	0.0212	0.0212 (0.00)	0.0221 (0.08)	0.0246	<b>0.0198</b> (-0.24)	0.0228	0.0228 (0.00)	0.0232 (0.05)	0.0241	<b>0.0226</b> (0.85)
Slovakia	0.0173	0.0173 (0.00)	0.0158 (0.00)	<b>0.0158</b>	0.0168 (0.40)	0.0186	0.0186 (0.00)	0.0168 (0.00)	<b>0.0168</b>	0.0185 (0.91)
Slovenia	0.0206	0.0206 (0.00)	0.0207 (0.00)	0.0207	<b>0.0198</b> (-0.25)	0.0224	0.0224 (0.00)	0.0223 (-0.06)	0.0223	<b>0.0217</b> (-0.27)
Spain	0.0124	0.0124 (0.00)	0.0122 (0.04)	0.0123	<b>0.0122</b> (0.63)	0.0147	0.0147 (0.00)	0.0145 (0.00)	<b>0.0145</b>	0.0146 (0.60)

Países	Theils									
	2010					2015				
	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )	CILQ	FLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta$ )	AFLQ ( $\delta = 0$ )	ACILQ ( $\gamma$ )
Austria	51.7211	51.7211 (0.00)	49.8312 (0.00)	<b>49.8312</b>	51.7190 (0.98)	51.4612	51.4612 (0.00)	49.2230 (0.00)	<b>49.2230</b>	51.4060 (0.91)
Belgium	61.6145	61.6145 (0.00)	59.7255 (0.00)	<b>59.7255</b>	61.1391 (0.34)	60.3261	60.3261 (0.00)	58.7958 (0.00)	<b>58.7958</b>	59.9121 (0.67)
Estonia	63.7640	63.7640 (0.00)	<b>68.4637</b> (0.06)	73.0954	63.7640 (1.00)	<b>62.0604</b>	62.0604 (0.00)	66.6043 (0.06)	71.7731	62.0604 (1.00)
France	41.5652	41.5652 (0.00)	40.2513 (0.00)	<b>40.2513</b>	41.1495 (0.76)	44.4197	44.4197 (0.00)	43.1417 (0.00)	43.1417	<b>43.0885</b> (0.65)
Germany	40.9474	40.9474 (0.00)	39.0222 (0.00)	<b>39.0222</b>	40.7559 (0.77)	42.2390	42.2390 (0.00)	<b>39.7198</b> (0.00)	39.7198	41.3043 (0.46)
Italy	45.3907	45.3907 (0.00)	45.0409 (0.08)	46.0151	<b>41.6174</b> (-0.22)	46.1871	46.1871 (0.00)	46.1803 (0.11)	48.5414	<b>41.2438</b> (-0.34)
Latvia	72.9003	72.9003 (0.00)	75.4641 (0.08)	83.5023	<b>68.1747</b> (-0.24)	70.3506	70.3506 (0.00)	71.6029 (0.05)	74.4515	<b>69.9082</b> (0.84)
Slovakia	55.8880	55.8880 (0.00)	<b>50.7152</b> (0.02)	51.3502	54.3012 (0.40)	55.6174	55.6174 (0.00)	<b>50.5089</b> (0.01)	50.7606	55.4594 (0.90)
Slovenia	66.1206	66.1206 (0.00)	66.3375 (0.00)	66.3375	<b>63.7084</b> (-0.25)	67.7643	67.7643 (0.00)	67.6086 (0.00)	67.6086	<b>65.8949</b> (-0.27)
Spain	43.8278	43.8278 (0.00)	43.2448 (0.04)	43.5109	<b>43.2440</b> (0.62)	49.0267	49.0267 (0.00)	48.2529 (0.00)	<b>48.2529</b>	48.4041 (0.60)

**Nota:** los valores de los parámetros se indican entre paréntesis, los valores óptimos en negrita.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].



**ANEXO 5: EVALUACIÓN DEL 2D-LQ: DIEZ PAÍSES DEL EA-19 (2010-2015)**

Tabla 16. Evaluación de las proyecciones 2D-LQ para diez países del EA-19 (2010-2015)

Países	STPE							
	2010				2015			
	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ
	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )		( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )
Austria	73.4995	69.6879 (0.18)	68.2299 (0.20)	<b>66.6016</b> (0.50; 0.12)	75.4435	70.9785 (0.19)	69.0646 (0.21)	<b>67.0937</b> (0.68; 0.13)
Belgium	75.4562	68.6528 (0.21)	68.3947 (0.24)	<b>66.7671</b> (0.80; 0.14)	77.0734	69.3534 (0.25)	68.7097 (0.26)	<b>67.5910</b> (0.92; 0.15)
Estonia	92.2069	81.6705 (0.13)	81.1942 (0.17)	<b>77.5070</b> (1.10; 0.12)	94.3536	82.6840 (0.12)	82.7006 (0.18)	<b>77.1978</b> (1.04; 0.12)
France	51.6088	50.1284 (0.17)	49.3062 (0.20)	<b>48.0252</b> (0.86; 0.09)	55.0476	53.1773 (0.19)	52.2111 (0.20)	<b>49.9730</b> (1.10; 0.10)
Germany	56.5391	55.4739 (0.18)	54.9237 (0.31)	<b>53.3835</b> (0.26; 0.21)	58.0644	56.8606 (0.20)	55.7934 (0.32)	<b>54.2872</b> (0.44; 0.21)
Italy	55.5537	52.0088 (0.08)	50.9841 (0.13)	<b>49.0212</b> (1.10; 0.07)	55.2133	54.2537 (0.12)	53.0440 (0.15)	<b>51.0279</b> (1.04; 0.09)
Latvia	91.0184	83.7678 (0.15)	81.7131 (0.17)	<b>75.9635</b> (1.52; 0.07)	90.7480	82.8537 (0.17)	79.7378 (0.18)	<b>74.7490</b> (1.28; 0.08)
Slovakia	80.1889	75.2500 (0.15)	73.3860 (0.18)	<b>72.3167</b> (0.86; 0.08)	83.9898	77.8713 (0.19)	76.0804 (0.20)	<b>75.5784</b> (0.98; 0.10)
Slovenia	82.1660	78.6179 (0.09)	79.4358 (0.14)	<b>75.1431</b> (0.26; 0.10)	84.6056	78.7981 (0.12)	78.8749 (0.14)	<b>76.5708</b> (0.32; 0.11)
Spain	56.6842	56.3444 (0.06)	54.8686 (0.09)	<b>53.7071</b> (1.04; 0.02)	61.0079	60.1019 (0.10)	58.8638 (0.13)	<b>58.4667</b> (0.92; 0.08)

Países	MAD							
	2010				2015			
	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ
	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )		( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )
Austria	0.0044	0.0041 (0.18)	0.0040 (0.20)	<b>0.0040</b> (0.50; 0.12)	0.0043	0.0040 (0.19)	0.0039 (0.21)	<b>0.0038</b> (0.68; 0.13)
Belgium	0.0046	0.0042 (0.21)	0.0041 (0.24)	<b>0.0041</b> (0.80; 0.14)	0.0045	0.0041 (0.25)	0.0040 (0.26)	<b>0.0040</b> (0.92; 0.15)
Estonia	0.0048	0.0042 (0.13)	0.0042 (0.17)	<b>0.0040</b> (1.10; 0.12)	0.0048	0.0042 (0.12)	0.0042 (0.18)	<b>0.0039</b> (1.04; 0.12)
France	0.0033	0.0033 (0.17)	0.0032 (0.20)	<b>0.0031</b> (0.86; 0.09)	0.0034	0.0033 (0.19)	0.0032 (0.20)	<b>0.0031</b> (1.10; 0.10)
Germany	0.0036	0.0036 (0.18)	0.0035 (0.31)	<b>0.0034</b> (0.26; 0.21)	0.0036	0.0035 (0.20)	0.0035 (0.32)	<b>0.0034</b> (0.44; 0.21)
Italy	0.0038	0.0037 (0.08)	0.0037 (0.13)	<b>0.0035</b> (1.10; 0.07)	0.0040	0.0039 (0.12)	0.0038 (0.15)	<b>0.0037</b> (1.04; 0.09)
Latvia	0.0058	0.0053 (0.15)	0.0052 (0.17)	<b>0.0048</b> (1.52; 0.07)	0.0050	0.0046 (0.17)	0.0044 (0.18)	<b>0.0041</b> (1.28; 0.08)
Slovakia	0.0047	0.0045 (0.15)	0.0043 (0.18)	<b>0.0043</b> (0.86; 0.08)	0.0050	0.0046 (0.19)	0.0045 (0.20)	<b>0.0045</b> (0.98; 0.10)
Slovenia	0.0047	0.0045 (0.09)	0.0045 (0.14)	<b>0.0043</b> (0.26; 0.10)	0.0047	0.0044 (0.12)	0.0044 (0.14)	<b>0.0043</b> (0.32; 0.11)
Spain	0.0039	0.0039 (0.06)	0.0038 (0.09)	<b>0.0037</b> (1.04; 0.02)	0.0040	0.0040 (0.10)	0.0039 (0.13)	<b>0.0039</b> (0.92; 0.08)

Países	MAPE							
	2010				2015			
	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ
	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha$ ; $\beta$ )		( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha$ ; $\beta$ )
Austria	0.0191	0.0181 (0.18)	0.0177 (0.20)	<b>0.0173</b> (0.50; 0.12)	0.0196	0.0185 (0.19)	0.0180 (0.21)	<b>0.0175</b> (0.68; 0.13)
Belgium	0.0196	0.0179 (0.21)	0.0178 (0.24)	<b>0.0174</b> (0.80; 0.14)	0.0201	0.0180 (0.25)	0.0179 (0.26)	<b>0.0176</b> (0.92; 0.15)
Estonia	0.0240	0.0212 (0.13)	0.0211 (0.17)	<b>0.0202</b> (1.10; 0.12)	0.0245	0.0215 (0.12)	0.0215 (0.18)	<b>0.0201</b> (1.04; 0.12)
France	0.0134	0.0130 (0.17)	0.0128 (0.20)	<b>0.0125</b> (0.86; 0.09)	0.0143	0.0138 (0.19)	0.0136 (0.20)	<b>0.0130</b> (1.10; 0.10)
Germany	0.0147	0.0144 (0.18)	0.0143 (0.31)	<b>0.0139</b> (0.26; 0.21)	0.0151	0.0148 (0.20)	0.0145 (0.32)	<b>0.0141</b> (0.44; 0.21)
Italy	0.0137	0.0135 (0.08)	0.0133 (0.13)	<b>0.0128</b> (1.10; 0.07)	0.0144	0.0141 (0.12)	0.0138 (0.15)	<b>0.0133</b> (1.04; 0.09)
Latvia	0.0237	0.0218 (0.15)	0.0213 (0.17)	<b>0.0198</b> (1.52; 0.07)	0.0236	0.0216 (0.17)	0.0207 (0.18)	<b>0.0194</b> (1.28; 0.08)
Slovakia	0.0209	0.0196 (0.15)	0.0191 (0.18)	<b>0.0188</b> (0.86; 0.08)	0.0218	0.0203 (0.19)	0.0198 (0.20)	<b>0.0197</b> (0.98; 0.10)
Slovenia	0.0214	0.0205 (0.09)	0.0207 (0.14)	<b>0.0195</b> (0.26; 0.10)	0.0220	0.0205 (0.12)	0.0205 (0.14)	<b>0.0199</b> (0.32; 0.11)
Spain	0.0147	0.0147 (0.06)	0.0143 (0.09)	<b>0.0140</b> (1.04; 0.02)	0.0159	0.0156 (0.10)	0.0153 (0.13)	<b>0.0152</b> (0.92; 0.08)

NAPOLEÓN GUILLERMO SÁNCHEZ CHÓEZ

Países	SD-MAD							
	2010				2015			
	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ
	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )		( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )
Austria	0.0137	0.0137 (0.00)	<b>0.0134</b> (0.05)	0.0135 (0.56; 0.01)	0.0135	0.0135 (0.01)	0.0130 (0.06)	<b>0.0130</b> (0.74; 0.01)
Belgium	0.0151	0.0144 (0.12)	0.0144 (0.15)	<b>0.0143</b> (0.56; 0.06)	0.0153	0.0141 (0.15)	<b>0.0140</b> (0.18)	0.0141 (0.80; 0.07)
Estonia	0.0150	0.0132 (0.09)	0.0134 (0.15)	<b>0.0129</b> (0.80; 0.05)	0.0151	0.0129 (0.10)	0.0132 (0.16)	<b>0.0126</b> (0.62; 0.07)
France	0.0086	0.0084 (0.09)	0.0081 (0.13)	<b>0.0075</b> (0.92; 0.03)	0.0092	0.0087 (0.15)	0.0082 (0.19)	<b>0.0074</b> (0.92; 0.05)
Germany	0.0102	0.0102 (0.00)	0.0101 (0.09)	<b>0.0097</b> (0.62; 0.00)	0.0101	0.0101 (0.00)	0.097 (0.11)	<b>0.0092</b> (0.80; 0.01)
Italy	0.0108	0.0100 (0.19)	0.0097 (0.24)	<b>0.0094</b> (0.98; 0.09)	0.0112	0.0102 (0.19)	0.0100 (0.23)	<b>0.0093</b> (1.16; 0.11)
Latvia	0.0168	0.0161 (0.06)	0.0156 (0.13)	<b>0.0145</b> (1.10; 0.03)	0.0167	0.0166 (0.02)	0.0159 (0.10)	<b>0.0148</b> (0.92; 0.01)
Slovakia	0.0140	0.0139 (0.02)	0.0137 (0.10)	<b>0.0136</b> (0.44; 0.02)	0.0155	0.0154 (0.03)	<b>0.0150</b> (0.10)	0.0151 (0.50; 0.02)
Slovenia	0.0145	<b>0.0140</b> (0.05)	0.0145 (0.10)	0.0141 (0.08; 0.06)	0.0162	0.0156 (0.06)	0.0157 (0.11)	<b>0.0154</b> (0.14; 0.06)
Spain	0.0110	0.0109 (0.06)	0.0105 (0.11)	<b>0.0104</b> (0.92; 0.00)	0.0125	0.0123 (0.08)	<b>0.0120</b> (0.13)	0.0122 (0.56; 0.03)

Países	Theils							
	2010				2015			
	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ	CILQ	FLQ	AFLQ	2D-LQ
	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )		( $\delta$ )	( $\delta$ )	( $\alpha; \beta$ )
Austria	61.1455	61.1455 (0.00)	<b>59.6314</b> (0.06)	60.4973 (0.56; 0.02)	61.4834	61.4269 (0.01)	<b>59.0615</b> (0.07)	59.3308 (0.80; 0.02)
Belgium	72.3667	68.5536 (0.13)	68.6360 (0.15)	<b>68.2197</b> (0.62; 0.07)	74.7101	68.7492 (0.16)	<b>68.4625</b> (0.19)	68.5660 (0.80; 0.07)
Estonia	82.3278	72.5117 (0.09)	73.7562 (0.15)	<b>70.8120</b> (0.86; 0.06)	87.1358	74.7504 (0.10)	76.3152 (0.16)	<b>73.0488</b> (0.62; 0.07)
France	47.0037	45.8011 (0.09)	44.0643 (0.13)	<b>41.0625</b> (0.92; 0.03)	51.6500	48.7922 (0.16)	46.6069 (0.19)	<b>42.2002</b> (0.98; 0.05)
Germany	49.6259	49.6259 (0.00)	49.3755 (0.10)	<b>47.5895</b> (0.62; 0.01)	50.3366	50.3366 (0.00)	48.8274 (0.12)	<b>46.5817</b> (0.80; 0.02)
Italy	58.2963	54.3184 (0.18)	53.0215 (0.23)	<b>50.9990</b> (0.98; 0.09)	61.7249	57.1349 (0.18)	55.6855 (0.23)	<b>52.1613</b> (1.16; 0.11)
Latvia	78.4507	74.9980 (0.07)	72.7200 (0.13)	<b>67.3222</b> (1.10; 0.03)	72.9161	72.2389 (0.03)	69.0737 (0.10)	<b>64.4627</b> (0.92; 0.01)
Slovakia	65.9687	65.4229 (0.03)	64.3763 (0.10)	<b>64.2581</b> (0.44; 0.03)	69.3574	68.5305 (0.04)	<b>66.8900</b> (0.11)	67.3646 (0.56; 0.02)
Slovenia	74.6075	<b>71.8624</b> (0.05)	74.3736 (0.10)	72.1310 (0.14; 0.06)	79.5425	76.4087 (0.07)	77.0159 (0.12)	<b>75.8484</b> (0.20; 0.06)
Spain	52.9878	52.2704 (0.06)	50.4862 (0.11)	<b>49.8286</b> (0.92; 0.00)	58.4636	57.3348 (0.08)	<b>55.9103</b> (0.13)	56.9373 (0.62; 0.03)

**Nota:** los valores de los parámetros se indican entre paréntesis, los valores óptimos en negrita.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].



**ANEXO 6: EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA EXTENDED 2D-LQ**

Tabla 17. Extended 2D-LQ: valores de los parámetros en cada proceso de iteración

Países	Iteración	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	STPE
Austria	0	0.68	0.02		59.97
	1.1	0.68	0.02	0.50	59.50
	1.2	0.68	0.02	0.50	59.50
Belgium	0	0.76	0.00		60.65
	1.1	0.76	0.00	0.32	60.39
	1.2	0.84	0.00	0.32	60.36
	2.1	0.84	0.00	0.32	60.36
France	0	0.08	0.06		46.91
	1.1	0.08	0.06	0.53	46.36
	1.2	-0.16	0.04	0.53	45.76
	2.1	-0.16	0.04	0.51	45.74
	2.2	-0.16	0.04	0.51	45.74
Germany	0	0.68	0.02		49.94
	1.1	0.68	0.02	0.66	49.84
	1.2	0.36	0.04	0.66	49.71
	2.1	0.36	0.04	0.60	49.70
	2.2	0.36	0.04	0.60	49.70

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

Tabla 18. LQs: coeficientes y multiplicadores (2015)

STPE 2015								
Países	Coeficientes				Multipliers j			
	CILQ	AFLQ	2D-LQ	Extd. 2D-LQ	CILQ	AFLQ	2D-LQ	Extd. 2D-LQ
		( $\delta$ )	( $\alpha$ ; $\beta$ )	( $\alpha$ ; $\beta$ ; $\gamma$ )		( $\delta$ )	( $\alpha$ ; $\beta$ )	( $\alpha$ ; $\beta$ ; $\gamma$ )
Austria	59.97	<b>59.12</b> (0.03)	59.97 (0.68; 0.02)	59.50 (0.68; 0.02; 0.50)	28.01	<b>26.26</b> (0.03)	27.15 (0.68; 0.02)	26.78 (0.68; 0.02; 0.50)
Belgium	62.73	62.18 (0.03)	60.65 (0.76; 0.00)	<b>60.36</b> (0.84; 0.00; 0.32)	32.88	30.30 (0.03)	28.32 (0.76; 0.00)	<b>28.06</b> (0.84; 0.00; 0.32)
France	49.82	48.24 (0.10)	46.91 (0.08; 0.06)	<b>45.74</b> (-0.16; 0.04; 0.51)	21.89	22.00 (0.10)	20.68 (0.08; 0.06)	<b>19.32</b> (-0.16; 0.04; 0.51)
Germany	51.43	50.71 (0.00)	49.94 (0.68; 0.02)	<b>49.70</b> (0.36; 0.04; 0.60)	22.28	22.24 (0.00)	<b>21.71</b> (0.68; 0.02)	21.73 (0.36; 0.04; 0.60)

**Nota:** los valores de los parámetros se indican entre paréntesis, los valores óptimos en negrita.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat [naio\_10\_cp1700].

## ANEXO 7: RELACIÓN DE PUBLICACIONES Y AUTORIZACIÓN DE LA REVISTA

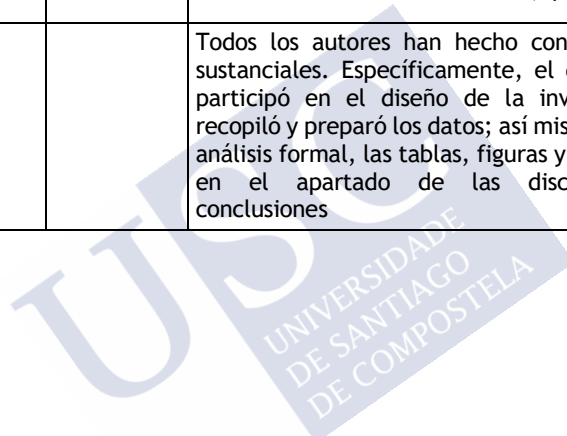
Como resultado de los capítulos dos y tres se obtuvieron producciones científicas, cabe indicar, que están en fase de revisión por las respectivas revistas, a continuación los detalles:

Estado		En revisión
Capítulo de la tesis en los que se reproducen contenidos de la publicación		<b>Capítulo dos</b>
Año		2021
Título provisional		¿Será recomendable utilizar ajustes en las proyecciones de tablas input-output sub-territoriales?
Volumen (número de artículo) [Páginas]		No disponible
Nombres y la filiación de los coautores y su orden	<b>Coautor 1</b>	<b>Napoleón Guillermo Sánchez Chóez</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
	Filiación 2	Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano Escuela Politécnica Nacional (Quito-Ecuador)
	<b>Coautor 2</b>	<b>Xesús Pereira López</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
	Filiación 2	Departamento de Economía Cuantitativa Universidade de Santiago de Compostela
	<b>Coautor 3</b>	<b>Melchor Fernández Fernández</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de fundamentos del análisis económico Universidade de Santiago de Compostela	

La referencia completa de la publicación		No disponible
Editorial		Asociacion Espanola de Profesores Universitarios de Matematicas aplicadas a la Economia y la Empresa
Nombre de la Revista		Rect@
ISSN		1575605X
DOI		No disponible
Cite Score		0.2 (año 2020)
Source Normalized Impact per Paper (SNIP)		0.335 (año 2020)
h-index		4 (año 2020)
SCImago Journal Rank (SJR)		0.126 (año 2020)
Quartil SCOPUS		Q4
Categoría		Economía y econometría
Autorización de la revista		La revista es de acceso abierto (Open Access)
Contribución del doctorando en la publicación		Todos los autores han hecho contribuciones sustanciales. Específicamente, el doctorando participó en el diseño de la investigación, recopiló y preparó los datos, hizo el análisis formal, realizó las tablas y figuras, y contribuyó en el apartado de las conclusiones y futuras investigaciones

Estado		En revisión
Capítulo de la tesis en los que se reproducen contenidos de la publicación		<b>Capítulo tres</b>
Año		2021
Título		A modification of the cross-industry location quotient for projecting regional input-output tables
Volumen (número de artículo) [Páginas]		No disponible
Nombres y la filiación de los coautores y su orden	<b>Coautor 1</b>	<b>Napoleón Guillermo Sánchez Chóez</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
	Filiación 2	Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano Escuela Politécnica Nacional (Quito-Ecuador)
	<b>Coautor 2</b>	<b>Xesús Pereira López</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
	Filiación 2	Departamento de Economía Cuantitativa Universidade de Santiago de Compostela
	<b>Coautor 3</b>	<b>Melchor Fernández Fernández</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
	Filiación 2	Departamento de fundamentos del análisis económico Universidade de Santiago de Compostela
La referencia completa de la publicación		No disponible
Editorial		Universidad de Huelva, Publicaciones
Nombre de la Revista		Revista de Economía Mundial
ISSN		15760162
DOI		No disponible

Impact Factor		0.26 (JCR 2019)
Cite Score		0.7 (año 2020)
Source Normalized Impact per Paper (SNIP)		0.253 (año 2020)
h-index		11 (año 2020)
SCImago Journal Rank (SJR)		0.189 (año 2020)
Quartil SCOPUS		Q4
Categoría		Economía y econometría
Autorización de la revista		La revista es de acceso abierto (Open Access)
Contribución del doctorando en la publicación		Todos los autores han hecho contribuciones sustanciales. Específicamente, el doctorando participó en el diseño de la investigación, recopiló y preparó los datos; así mismo, hizo el análisis formal, las tablas, figuras y contribuyó en el apartado de las discusiones y conclusiones



Como resultado del cuarto capítulo se publicó un artículo científico, a continuación la información:

Estado		Publicado
Capítulo de la tesis en los que se reproducen contenidos de la publicación		<b>Capítulo cuatro</b>
Año		2021
Título		Performance of bidimensional location quotients for constructing input-output tables
Volumen (número de artículo) [Páginas]		10 (7) [consta de 16 páginas]
Nombres y la filiación de los coautores y su orden	<b>Coautor 1</b>	<b>Xesús Pereira López</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
	Filiación 2	Departamento de Economía Cuantitativa Universidade de Santiago de Compostela
	<b>Coautor 2</b>	<b>Napoleón Guillermo Sánchez Chóez</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
	Filiación 2	Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano Escuela Politécnica Nacional (Quito-Ecuador)
	<b>Coautor 3</b>	<b>Melchor Fernández Fernández</b>
	Filiación 1	Instituto de Estudios y Desarrollo de Galicia (IDEGA) Universidade de Santiago de Compostela
Filiación 2	Departamento de fundamentos del análisis económico Universidade de Santiago de Compostela	
La referencia completa de la publicación		Pereira-López, X., Sánchez-Chóez, N.G. & Fernández-Fernández, M. Performance of bidimensional location quotients for constructing input-output tables. Economic Structures 10, 7 (2021).

		<a href="https://doi.org/10.1186/s40008-021-00237-5">https://doi.org/10.1186/s40008-021-00237-5</a>
Editorial		Springer Open
Nombre de la Revista		Journal of Economic Structures
ISSN		21932409
DOI		<a href="https://doi.org/10.1186/s40008-021-00237-5">https://doi.org/10.1186/s40008-021-00237-5</a>
Cite Score		1.9 (año 2020)
Source Normalized Impact per Paper (SNIP)		0.956 (año 2020)
h-index		14 (año 2020)
SCImago Journal Rank (SJR)		0.468 (año 2020)
Quartil SCOPUS		Q2
Categoría		Economía y econometría
Autorización de la revista		<p>(véase la página 219 de la tesis)</p> <p>Este artículo es de acceso abierto, véase el link <a href="https://www.springer.com/gp/rights-permissions/obtaining-permissions/882">https://www.springer.com/gp/rights-permissions/obtaining-permissions/882</a></p> <p>Consta el permiso de reproducción para la tesis, a continuación su contenido: Authors have the right to reuse their article’s Version of Record, in whole or in part, in their own thesis. Additionally, they may reproduce and make available their thesis, including Springer Nature content, as required by their awarding academic institution. Authors must properly cite the published article in their thesis according to current citation standards.</p> <p>Material from: ‘AUTHOR, TITLE, JOURNAL TITLE, published [YEAR], [publisher - as it appears on our copyright page]’.</p>
Contribución del doctorando en la publicación		<p>Todos los autores han hecho contribuciones sustanciales. Específicamente, el doctorando participó en el diseño de la investigación, recopiló y preparó los datos; así mismo, hizo el análisis formal, las tablas, figuras y contribuyó en el apartado de las discusiones y conclusiones. Además participó en la elaboración del archivo adicional que está en la publicación como “supplementary materials”.</p>

## Autorización de la revista

Véase en el siguiente enlace el permiso de reproducción:

<https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet?title=Performance%20of%20bidimensional%20location%20quotients%20for%20constructing%20input%20output%20tables&author=Xes%C3%BA%20Pereira-L%C3%B3pez%20et%20al&contentID=10.1186%2Fs40008-021-00237-5&copyright=The%20Author%28s%29&publication=2193-2409&publicationDate=2021-06-11&publisherName=SpringerNature&orderBeanReset=true&oa=CC%20BY>

CCC RightsLink®

?  
Help Live Chat

### Performance of bidimensional location quotients for constructing input–output tables

**SPRINGER NATURE**

**Author:** Xesús Pereira-López et al  
**Publication:** Journal of Economic Structures  
**Publisher:** Springer Nature  
**Date:** Jun 11, 2021  
 Copyright © 2021, The Author(s)

#### Creative Commons

This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC BY](#) license, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

You are not required to obtain permission to reuse this article.  
 To request permission for a type of use not listed, please contact [Springer Nature](#)

© 2021 Copyright - All Rights Reserved | [Copyright Clearance Center, Inc.](#) | [Privacy statement](#) | [Terms and Conditions](#)  
 Comments? We would like to hear from you. E-mail us at [customercare@copyright.com](mailto:customercare@copyright.com)



## BIBLIOGRAFÍA

- Aria, M., y Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2017.08.007>
- Bacharach, M. (1970). *Biproportional matrices and input-output change*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Bastian, M., Heymann, S., y Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. In *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 3(1).
- Bliemel, F. (1973). Theil's forecast accuracy coefficient: a clarification. *Journal of Marketing Research*, 10(4), 444-446. <https://doi.org/doi:10.2307/3149394>
- Bonfiglio, A. (2005). Can non-survey methods substitute for survey-based models? A performance analysis of indirect techniques of estimating IO coefficients and multipliers. En *Quaderno di ricerca number 230. Ancona: Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali, Universita' Politecnica delle Marche*.
- Bonfiglio, A. (2009). On the parameterization of techniques for representing regional economic structures. *Economic Systems Research*, 21(2), 115-127. <https://doi.org/10.1080/09535310902995727>
- Bonfiglio, A., y Chelli, F. (2008). Assessing the behaviour of non-survey methods for constructing regional input-output tables through a Monte Carlo simulation. *Economic Systems Research*, 20(3), 243-258. <https://doi.org/10.1080/09535310802344315>
- Butterfield, M., y Mules, T. (1980). A testing routine for evaluating cell by cell accuracy in short-cut regional input-output tables. *Journal of Regional Science*, 20(3), 293-310. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1980.tb00648.x>

- Casler, S. D., y Rose, A. (1998). Carbon dioxide emissions in the U.S. economy: a structural decomposition analysis. *Environmental and Resource Economics*, 11(3-4), 349-363. <https://doi.org/10.1023/a:1008224101980>
- Castro e Silva, M., y Teixeira, A. A. C. (2011). *A bibliometric account of the evolution of EE in the last two decades is ecological economics (becoming) a post-normal science?* 849-862. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.11.016>
- Chain, C. P., Santos, A. C. dos, Castro, L. G. de, y Prado, J. W. do. (2019). Bibliometric analysis of the quantitative methods applied to the measurement of industrial clusters. *Journal of Economic Surveys*, 33(1), 60-84. <https://doi.org/10.1111/joes.12267>
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(3), 359-377. <https://doi.org/10.1002/asi.20317>
- Chen, C. Y., y Wu, R. H. (1994). Sources of change in industrial electricity use in the Taiwan economy, 1976-1986. *Energy Economics*, 16(2), 115-120. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(94\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0140-9883(94)90005-1)
- Chen, Y. Y., y Wu, J. H. (2008). Simple Keynesian input-output structural decomposition analysis using weighted Shapley value resolution. *Annals of Regional Science*, 42(4), 879-892. <https://doi.org/10.1007/s00168-007-0192-9>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., y Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382-1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., y Herrera, F. (2012). SciMAT: A new science mapping analysis software tool. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(8), 1609-1630. <https://doi.org/10.1002/asi.22688>

- De Nooy, W., Mrvar, A., y Batagelj, V. (2018). *Exploratory social network analysis with Pajek* (Third). Cambridge University Press.
- Dewhurst, J. H. L. (1993). Decomposition of changes in input-output tables. *Economic Systems Research*, 5(1), 41-54. <https://doi.org/10.1080/095353193000000004>
- Dietzenbacher, E. (1988). Estimation of the Leontief inverse from the practitioner's point of view. *Mathematical Social Sciences*, 16(2), 181-187. [https://doi.org/10.1016/0165-4896\(88\)90050-9](https://doi.org/10.1016/0165-4896(88)90050-9)
- Dietzenbacher, E., Hoen, A. R., y Los, B. (2000). Labor productivity in Western Europe 1975-1985: an intercountry, interindustry analysis. *Journal of Regional Science*, 40(3), 425-452. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00182>
- Dietzenbacher, E., y Los, B. (1998). Structural decomposition techniques: sense and sensitivity. *Economic Systems Research*, 10(4), 307-324. <https://doi.org/10.1080/095353198000000023>
- Duchin, F., y Lange, G. M. (1992). Technological choices and prices, and their implications for the US economy, 1963–2000. *Economic Systems Research*, 4(1), 53-76. <https://doi.org/10.1080/095353192000000005>
- Egghe, L. (2006). Theory and practise of the g-index. *Scientometrics*, 69(1), 131-152. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7>
- Eurostat/European Commission. (2008). *Eurostat manual of supply, use and input-output tables*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Evans, W. D. (1954). The effect of structural matrix errors on interindustry relations estimates. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 22(4), 461-480.
- Feldman, S. J., McClain, D., y Palmer, K. (1987). Sources of structural change in the United States, 1963-78: an input-output perspective. *Review of Economics & Statistics*, 69(3), 503-510. <https://doi.org/10.2307/1925539>
- Feng, K., Davis, S. J., Sun, L., Li, X., Guan, D., Liu, W., Liu, Z., y

- Hubacek, K. (2013). Outsourcing CO2 within China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(28), 11654-11659. <https://doi.org/10.1073/pnas.1219918110>
- Flegg, A. T., Mastronardi, L. J., y Romero, C. A. (2016). Evaluating the FLQ and AFLQ formulae for estimating regional input coefficients: empirical evidence for the province of Córdoba, Argentina. *Economic Systems Research*, 28(1), 21-37. <https://doi.org/10.1080/09535314.2015.1103703>
- Flegg, A. T., y Tohmo, T. (2013a). A comment on Tobias Kronenberg's «construction of regional input-output tables using nonsurvey methods: the role of Cross-Hauling». *International Regional Science Review*, 36(2), 235-257. <https://doi.org/10.1177/0160017612446371>
- Flegg, A. T., y Tohmo, T. (2013b). Regional input-output tables and the FLQ formula: A case study of Finland. *Regional Studies*, 47(5), 703-721. <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.592138>
- Flegg, A. T., y Tohmo, T. (2016). Estimating regional input coefficients and multipliers: The use of FLQ is not a gamble. *Regional Studies*, 50(2), 310-325. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.901499>
- Flegg, A. T., y Tohmo, T. (2019). The regionalization of national input-output tables: a study of South Korean regions. *Papers in Regional Science*, 98(2), 601-620. <https://doi.org/10.1111/pirs.12364>
- Flegg, A. T., y Webber, C. D. (1997). On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables: Reply. *Regional Studies*, 31(8), 795-805. <https://doi.org/10.1080/713693401>
- Flegg, A. T., y Webber, C. D. (2000). Regional size, regional specialization and the FLQ formula. *Regional Studies*, 34(6), 563-569. <https://doi.org/10.1080/00343400050085675>
- Flegg, A. T., Webber, C. D., y Elliott, M. V. (1995). On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables. *Regional Studies*, 29(6), 547-561.

<https://doi.org/10.1080/00343409512331349173>

- Forssell, O. (1989). The input-output framework for analysing transmission of technical progress between industries. *Economic Systems Research*, 1(4), 429-446. <https://doi.org/10.1080/09535318900000028>
- Fujimagari, D. (1989). The sources of change in canadian industry output. *Economic Systems Research*, 1(2), 187-202. <https://doi.org/10.1080/09535318900000014>
- Garfield, E. (2009). From the science of science to Scientometrics visualizing the history of science with HistCite software. *Journal of Informetrics*, 3(3), 173-179. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2009.03.009>
- Guan, J., Li, Y., Xing, L., Li, Y., y Liang, G. (2020). Closeness centrality for similarity-weight network and its application to measuring industrial sectors' position on the Global Value Chain. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 541, 123337. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123337>
- Han, X., y Lakshmanan, T. K. (1994). Structural changes and energy consumption in the Japanese economy 1975-85: An input-output analysis. *Energy Journal*, 15(3), 165-188. <https://doi.org/10.5547/issn0195-6574-ej-vol15-no3-9>
- Hervas-Oliver, J. L., Gonzalez, G., Caja, P., y Sempere-Ripoll, F. (2015). Clusters and industrial districts: where is the literature going? identifying emerging sub-fields of research. *European Planning Studies*, 23(9), 1827-1872. <https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1021300>
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46), 16569-16572. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0507655102](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0507655102)
- Hou, J., Yang, X., y Chen, C. (2018). Emerging trends and new developments in information science: a document co-citation analysis (2009–2016). *Scientometrics*, 115(2), 869-892.

<https://doi.org/10.1007/s11192-018-2695-9>

- Isard, W. (1951). Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy. *The Review of Economics and Statistics*, 33(4), 318-328.
- Isard, W. (1953). Regional commodity balances and interregional commodity flows. *The American Economic Review*, 43(2), 167-180.
- Jackson, R. W., y Murray, A. T. (2004). Alternative input-output matrix updating formulations. *Economic Systems Research*, 16(2), 135-148. <https://doi.org/10.1080/0953531042000219268>
- Jacobsen, H. K. (2000). Energy demand, structural change and trade: A decomposition analysis of the Danish manufacturing industry. *Economic Systems Research*, 12(3), 319-343. <https://doi.org/10.1080/09535310050120916>
- Jahn, M., Flegg, A. T., y Tohmo, T. (2020). Testing and implementing a new approach to estimating interregional output multipliers using input-output data for South Korean regions. *Spatial Economic Analysis*, 15(2), 165-185. <https://doi.org/10.1080/17421772.2020.1720918>
- Jalili, A. R. (2000). Comparison of two methods of identifying input-output coefficients for exogenous estimation. *Economic Systems Research*, 12(1), 113-129. <https://doi.org/10.1080/095353100111317>
- Jensen, R. C., Mandeville, T. D., y Karunaratne, N. D. (2017). *Regional economic planning: generation of regional input-output analysis*. Routledge.
- Jensen, R. C., y West, G. R. (1980). The effect of relative coefficient size on input-output multipliers. *Environment & Planning A*, 12(6), 659-670. <https://doi.org/10.1068/a120659>
- Jílek, M. (1971). The selection of most important input coefficients. *Economic Bulletin for Europe*, 23(1), 86-105.
- Kohli, M. C. (2001). Leontief and the U.S. bureau of labor statistics,

- 1941-54: Developing a framework for measurement. *History of Political Economy*, 33(5), 190-212.  
[https://doi.org/10.1215/00182702-33-suppl\\_1-190](https://doi.org/10.1215/00182702-33-suppl_1-190)
- Kowalewski, J. (2015). Regionalization of national input-output tables: empirical evidence on the use of the FLQ formula. *Regional Studies*, 49(2), 240-250.  
<https://doi.org/10.1080/00343404.2013.766318>
- Kronenberg, T. (2009). Construction of regional input-output tables using nonsurvey methods: the role of cross-hauling. *International Regional Science Review*, 32(1), 40-64.  
<https://doi.org/10.1177/0160017608322555>
- Lahiri, S. (1983). A note on the underestimation and overestimation in stochastic input-output models. *Economic Letters*, 13(4), 361-366.  
[https://doi.org/10.1016/0014-2921\(83\)90083-1](https://doi.org/10.1016/0014-2921(83)90083-1)
- Lahr, M. L., y Stevens, B. H. (2002). A study of the role of regionalization in the generation of aggregation error in regional input-output models. *Journal of Regional Science*, 42(3), 477-507.  
<https://doi.org/10.1111/1467-9787.00268>
- Lamonica, G. R., y Chelli, F. M. (2018). The performance of non-survey techniques for constructing sub-territorial input-output tables. *Papers in Regional Science*, 97(4), 1169-1202.  
<https://doi.org/10.1111/pirs.12297>
- Lamonica, G. R., Recchioni, M. C., Chelli, F. M., y Salvati, L. (2020). The efficiency of the cross-entropy method when estimating the technical coefficients of input-output tables. *Spatial Economic Analysis*, 15(1), 62-91.  
<https://doi.org/10.1080/17421772.2019.1615634>
- Lampiris, G., Karelakis, C., y Loizou, E. (2019). Comparison of non-survey techniques for constructing regional input-output tables. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03337-5>
- Leontief, W. (1936). Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The Review of Economics*

- and Statistics*, 18(3), 105-125. <https://doi.org/10.2307/1927837>
- Leontief, W. (1941). *The structure of the American economy, 1919-1929: an empirical application of equilibrium analysis*. Harvard University Press.
- Leontief, W. (1944). Output, employment, consumption, and investment. *Quarterly Journal of Economics*, 58(2), 290-314. <https://doi.org/10.2307/1883321>
- Leontief, W. (1970). Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *The Review of Economics and Statistics*, 52(3), 262-271. <https://doi.org/10.2307/1926294>
- Leydesdorff, L., y Vaughan, L. (2006). Co-occurrence matrices and their applications in information science: extending ACA to the Web environment. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(12), 1616-1628. <https://doi.org/10.1002/asi.20335>
- Li, L., Lu, J., Fang, H., Yin, Z., Wang, T., Wang, R., Fan, X., Zhao, L., Tan, D., y Wan, Y. (2020). Lattice Boltzmann method for fluid-thermal systems: status, hotspots, trends and outlook. *IEEE Access*, 8, 27649-27675. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2971546>
- Mahajan, S., Beutel, J., Guerrero, S., Inomata, S., Larsen, S., Moyer, B., ... & Rompaey, C. V. (2018). Handbook on supply, use and input-output tables with extensions and applications. *United Nations, No. halshs-01876674*.
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., y Delgado López-Cózar, E. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of Informetrics*, 12(4), 1160-1177. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>
- Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E., y Delgado López-Cózar, E. (2021). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations.

- Scientometrics*, 126(1), 871-906. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>
- Martinez, S., Delgado, M. del M., Martinez Marin, R., y Alvarez, S. (2019). Science mapping on the Environmental Footprint: a scientometric analysis-based review. *Ecological Indicators*, 106, 105543. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105543>
- McCann, P., y Dewhurst, J. H. L. (1998). Regional size, industrial location and input-output expenditure coefficients. *Regional Studies*, 32(5), 435-444. <https://doi.org/10.1080/00343409850116835>
- Mi, Z., Zhang, Y., Guan, D., Shan, Y., Liu, Z., Cong, R., Yuan, X.-C., y Wei, Y.-M. (2016). Consumption-based emission accounting for Chinese cities. *Applied Energy*, 184, 1073-1081. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2016.06.094>
- Miller, R. E., y Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: Foundations and extensions (2nd ed.)*. Cambridge University Press.
- Mínguez, R., Oosterhaven, J., y Escobedo, F. (2009). Cell-corrected RAS method (CRAS) for updating or regionalizing an input-output matrix. *Journal of Regional Science*, 49(2), 329-348. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2008.00594.x>
- Morrison, W. I., y Smith, P. (1974). Non-survey input-output techniques at the small area level: An evaluation. *Journal of Regional Science*, 14(1), 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1974.tb00425.x>
- Moses, L. N. (1955). The stability of interregional trading patterns and input-output analysis. *The American Economic Review*, 45(5), 803-832.
- Moya-Anegón, F., Vargas-Quesada, B., Herrero-Solana, V., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., y Muñoz-Fernández, F. J. (2004). A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics*, 61(1), 129-145. <https://doi.org/10.1023/B:SCIE.0000037368.31217.34>

- Mukhopadhyay, K., y Chakraborty, D. (1999). India's energy consumption changes during 1973/74 to 1991/92. *Economic Systems Research*, 11(4), 423-438. <https://doi.org/10.1080/09535319900000030>
- Mura, M., Longo, M., Micheli, P., y Bolzani, D. (2018). The evolution of sustainability measurement research. *International Journal of Management Reviews*, 20(3), 661-695. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12179>
- Nakamura, S. (1999). Input-output analysis of waste cycles. *Proceedings - 1st International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, EcoDesign 1999*, 475-480. <https://doi.org/10.1109/ECODIM.1999.747659>
- Newman, M. E. J., y Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Phys. Rev. E*, 69(2), 026113. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.026113>
- Oosterhaven, J., van der Knijff, E. C., y Eding, G. J. (2003). Estimating interregional economic impacts: an evaluation of nonsurvey, semisurvey, and full-survey methods. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 35(1), 5-18. <https://doi.org/10.1068/a35569>
- Pato, M. L., y Teixeira, A. A. C. (2016). Twenty years of rural entrepreneurship: a bibliometric survey. *Sociologia Ruralis*, 56(1), 3-28. <https://doi.org/10.1111/soru.12058>
- Pereira-López, X., Carrascal-Incera, A., y Fernández-Fernández, M. (2020). A bidimensional reformulation of location quotients for generating input-output tables. *Spatial Economic Analysis*, 15(4), 476-493. <https://doi.org/10.1080/17421772.2020.1729996>
- Pereira López, X. (2006). *Elaboración e análise de modelos económicos baseados no marco input-output* [Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela]. <http://hdl.handle.net/10347/9681>
- Pereira López, X., Carrascal Incera, A., y Fernández Fernández, M. (2013). Advances in updating input-output tables: its relevance for the analysis of regional economies. *Revista Portuguesa de Estudos*

*Regionais*, 33(2), 3-12.

- Persson, O., Danell, R., y Schneider, J. W. (2009). How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis. *Celebrating scholarly communication studies: A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday*, 5, 9-24.
- Quandt, R. E. (1958). Probabilistic errors in the Leontief system. *Naval Research Logistics Quarterly*, 5(2), 155-170.
- Quandt, R. E. (1959). On the solution of probabilistic Leontief system. *Naval Research Logistics Quarterly*, 6(4), 295-305.
- Radvanský, M., y Lichner, I. (2021). An alternative approach to the construction of multi-regional input–output tables of the Czech Republic: application of the CHARM method. *Empirica*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s10663-020-09490-6>
- Rose, A., y Casler, S. (1996). Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal. *Economic Systems Research*, 8(1), 33-62. <https://doi.org/10.1080/09535319600000003>
- Round, J. I. (1978). An inter-regional input-output approach to the evaluation of non-survey methods. *Journal of Regional Science*, 18(2), 179-194. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1978.tb00540.x>
- Sangwal, K. (2013). Some citation-related characteristics of scientific journals published in individual countries. *Scientometrics*, 97(3), 719-741. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1053-1>
- Sawyer, C. H., y Miller, R. E. (1983). Experiments in regionalization of a national input-output table. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 15(11), 1501-1520. <https://doi.org/10.1068/a151501>
- Schaffer, W. A., y Chu, K. (1969). Non-survey techniques for constructing regional interindustry models. *Papers of the Regional Science Association*, 23, 83-101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF01941876>
- Schintke, J., y Stäglin, R. (1988). *Important input coefficients in market*

*transaction tables and production flow tables. input-output analysis.* Chapman and Hall.

- Shen, Z., Yang, L., Pei, J., Li, M., Wu, C., Bao, J., Wei, T., Di, Z., Rousseau, R., y Wu, J. (2016). Interrelations among scientific fields and their relative influences revealed by an input-output analysis. *Journal of Informetrics*, 10(1), 82-97. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.11.002>
- Sherman, J., y Morrison, W. J. (1950). Adjustment of an inverse matrix corresponding to a change in one element of a given matrix. *The Annals of Mathematical Statistics*, 21(1), 124-127.
- Siebe, T. (1996). Important intermediate transactions and multi-sectoral modelling. *Economic Systems Research*, 8(2), 183-194. <https://doi.org/10.1080/09535319600000011>
- Simonovits, A. (1975). A note on the underestimation and overestimation of the Leontief Inverse. *Econometrica*, 43(3), 493-498. <https://doi.org/10.2307/1914278>
- Skolka, J. (1989). Input-output structural decomposition analysis for Austria. *Journal of Policy Modeling*, 11(1), 45-66. [https://doi.org/10.1016/0161-8938\(89\)90024-0](https://doi.org/10.1016/0161-8938(89)90024-0)
- Songling, X., y Gould, P. (1991). The grad field of input-output models and the nature of coefficients. *Economic Systems Research*, 3(4), 367-378. <https://doi.org/10.1080/09535319100000026>
- Sonis, M., y Hewings, G. J. D. (1992). Coefficient change in input-output models: theory and applications. *Economic Systems Research*, 4(2), 143-158. <https://doi.org/10.1080/09535319200000013>
- Sonis, M., Hewings, G. J. D., y Guo, J. (1996). Sources of structural change in input-output systems: a field of influence approach. *Economic Systems Research*, 8(1), 15-32. <https://doi.org/10.1080/09535319600000002>
- Stone, R., y Brown, A. (1962). A computable model of economic growth. En *Chapman and Hall*.

- Suh, S. (2004). Functions, commodities and environmental impacts in an ecological-economic model. *Ecological Economics*, 48(4), 451-467. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.10.013>
- Szymer, J. (1989). Trade-off between error and information in the RAS procedure. En R. E. Miller, K. R. Polenske, y A. Z. Rose (Eds.), *Frontiers of input-output analysis* (pp. 258-278). Oxford University Press.
- Tian, X., Geng, Y., Sarkis, J., y Zhong, S. (2018). Trends and features of embodied flows associated with international trade based on bibliometric analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 131(September 2017), 148-157. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.002>
- Towa, E., Zeller, V., y Achten, W. M. J. (2020). Input-output models and waste management analysis: a critical review. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119359. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119359>
- Vaccara, B. N. (1970). Changes over time in input-output coefficients for the United States. *Applications of Input-Output Analysis*, 2, 238-260.
- Valderas Jaramillo, J. M. (2015). *Actualización de marcos input-output a través de métodos de proyección: estudio, aplicación y evaluación empírica en tablas de origen y de destino a precios básicos de varios países de la Unión Europea* [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla]. <http://hdl.handle.net/11441/36297>
- van Eck, N. J., y Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- van Eck, N. J., y Waltman, L. (2014). CitNetExplorer: a new software tool for analyzing and visualizing citation networks. *Journal of Informetrics*, 8(4), 802-823. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2014.07.006>
- Waltman, L., van Eck, N. J., y Noyons, E. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks.

- Journal of Informetrics*, 4(4), 629-635.  
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>
- Wang, F., Dong, B., Yin, X., y An, C. (2014). China's structural change: A new SDA model. *Economic Modelling*, 43, 256-266.  
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.08.005>
- West, G. R. (1982). Sensitivity and key sector analysis in input-output models. *Australian Economic Papers*, 21(39), 365-378.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8454.1982.tb00397.x>
- Wiebe, K. S., y Lenzen, M. (2016). To RAS or not to RAS? What is the difference in outcomes in multi-regional input-output models? *Economic Systems Research*, 28(3), 383-402.  
<https://doi.org/10.1080/09535314.2016.1192528>
- Wolff, E. N. (1985). Industrial Composition, Interindustry Effects, and the U.S. Productivity Slowdown. *The Review of Economics and Statistics*, 67(2), 268-277.
- Wolff, E. N. (1994). Productivity measurement within an input-output framework. *Regional Science and Urban Economics*, 24(1), 75-92. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(94\)90020-5](https://doi.org/10.1016/0166-0462(94)90020-5)
- Xia, Y., Li, Y., Guan, D., Tinoco, D. M., Xia, J., Yan, Z., Yang, J., Liu, Q., y Huo, H. (2018). Assessment of the economic impacts of heat waves: a case study of Nanjing, China. *Journal of Cleaner Production*, 171, 811-819.  
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.10.069>
- Xie, Y., Ji, L., Zhang, B., y Huang, G. (2018). Evolution of the scientific literature on input-output analysis: a bibliometric analysis of 1990-2017. *Sustainability*, 10(9), 3135.  
<https://doi.org/10.3390/su10093135>
- Yang, Y., y Meng, G. (2020). The evolution and research framework of carbon footprint: based on the perspective of knowledge mapping. *Ecological Indicators*, 112, 106125.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106125>
- Yu, K. D. S., Aviso, K. B., Promentilla, M. A. B., Chiu, A. S. F., y Tan, R. R. (2017). An input-output approach to analysing the relative

influence of journals: the case of process integration journals. *Chemical Engineering Transactions*, 61, 217-222. <https://doi.org/10.3303/CET1761034>

Zhang, X., y Zhou, G. (2019). A scientometric analysis of ecological footprint of water resources from 2006-2018. *Ekoloji*, 28(107), 1539-1549.

Zhao, X., y Choi, S. G. (2015). On the regionalization of input-output tables with an industry-specific location quotient. *Annals of Regional Science*, 54(3), 901-926. <https://doi.org/10.1007/s00168-015-0693-x>

