

Luis Robles Teigeiro*
Jesús Sanjuán Solís*

SECTORES Y CLUSTERS CLAVES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Existe un cierto consenso sobre la existencia de un binomio linkage-desarrollo, así como que este proceso es impulsado por un número relativamente escaso de ramas productivas. Sin embargo, la definición y estimación de lo que se ha venido a llamar sector clave aún está sometida a discusión. En buena parte, la literatura existente se ha centrado en rebatir las diferentes concepciones o definiciones de lo que es o debe ser un key sector, intentando mostrar la superioridad de unas técnicas frente a otras cuando, en nuestra opinión, todas ellas deberían ser vistas más como aliadas que como competidoras. Otro frente de discusión ha sido el del método de obtención de las ramas claves. En este trabajo se abordan diferentes técnicas de identificación, tomando como punto de partida la concepción «clásica» de Rasmussen y comparando sus resultados con otras propuestas basadas en valores propios y en coeficientes importantes —MIC—. Sin embargo, la insatisfacción que producen los resultados basados en estos métodos para los fines concretos que se persiguen, han movido a buscar otra técnica alternativa. Esta técnica ha sido el análisis cluster, ya sea a partir del análisis multivariante, ya sea a partir de grafos. Por último, el análisis cluster ha conducido a la propuesta de un nuevo concepto que consideramos de gran utilidad, el concepto de «cluster clave».

Palabras clave: coeficientes, autovectores, sector clave y cluster.

Clasificación JEL: D57.

1. Introducción

Este trabajo se centra en la identificación y evaluación de las ramas claves de la economía española a partir de la tabla simétrica correspondiente a 1995. Para obtener estos sectores se han utilizado diferentes criterios, com-

binando lo clásico (multiplicadores de Rasmussen) con técnicas complementarias que han pretendido mejoras en diferentes aspectos. Tal es el caso de la sugestiva propuesta de Dietzenbacher, basada en valores propios, con un compromiso de ajuste de las posibles sobrestimaciones o subestimaciones de los indicadores clásicos. O el análisis ampliamente utilizado de sensibilidad de coeficientes, clasificándolos en función de sus impactos potenciales sobre el conjunto del sistema. Sin embargo, en el análisis seguido se ha optado por una

* Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Málaga.
Versión de 2 de julio de 2007.

redacción crítica, no hermenéutica, proponiéndose una alternativa que parece más adecuada que los métodos anteriores, el análisis *cluster*.

En efecto, el término *linkage* aparece en la definición de dos de los conceptos de mayor tradición en el análisis *input-output* (IO): sector clave y aglomerado o *cluster*. Puede afirmarse que un sector clave es aquel que posee destacadas interrelaciones con el resto de las ramas tanto hacia delante como hacia atrás, mientras que un *cluster* no es sino un grupo de actividades con gran interdependencia entre si. De esta manera, ambos conceptos, siendo distintos, se encuentran estrechamente ligados, siendo muy probable que un sector clave pertenezca a algún *cluster* o, si se prefiere, que un *cluster* contenga uno o varios sectores claves. En definitiva, el estudio de los sectores claves en el seno de los *clusters* se nos antoja una buena solución para su correcta evaluación. Y, además de ello, y como se verá, los resultados parecen invitar al planteamiento del concepto «conglomerados o *clusters* claves».

2. Sector clave. Evolución del concepto

El estudio de la importancia relativa de los diferentes sectores productivos constituye por derecho propio una cuestión de relevancia dentro del análisis IO. La idea que subyace es la de localizar ramas muy relacionadas con otras, en la creencia de que ocupan una posición favorable a la hora de expandir o «propulsar» la actividad económica. Los trabajos considerados pioneros se realizaron a finales de la década de los años cincuenta, cuando Chenery y Watanabe (1958) y Rasmussen (1956) propusieron diferentes medidas de los encadenamientos según tuviesen su base en las matrices de coeficientes directos o en la inversa de Leontief, respectivamente, permitiendo establecer distinciones o clasificaciones entre ramas que, en cualquier caso, nunca resultan muy distintas bajo ambos criterios. Además de ello, el autor danés introdujo el concepto de «industria clave» (*key sector*):

«Una alta capacidad de dispersión de una industria dada indica que tiene un considerable peso sobre el sistema. Generalmente una industria de este tipo dependerá, en gran manera, del sistema total. Parece natural considerar este tipo de industria como industria clave» (página 135).

Aunque él mismo se apresuró a añadir que este concepto era relativo, dependiendo de los objetivos que se marcaran:

«Sin embargo, hay que aclarar que no puede definirse la industria clave de una manera única. La definición debe depender exclusivamente del problema a tratar. Podría ocurrir que la definición adecuada se refiriese al incremento del empleo total que resulta de un incremento dado de la demanda final [...]. Pueden considerarse otras definiciones de industria clave apropiadas a otros problemas...» (página 137).

En forma matricial, una tabla *input-output* puede expresarse como suma de filas $x = Ax + D$ o columnas, $x = xB + v$, siendo x la producción total, D la demanda final y v los *inputs* primarios. Chenery y Watanabe propusieron como medida de los encadenamientos hacia atrás (*backward linkages, BL*) la suma de las columnas de la matriz A de coeficientes técnicos, $a_{ij} = z_{ij}/x_j$ (siendo z_{ij} los envíos intermedios del sector i al sector j), mientras que como medida de los encadenamientos hacia delante (*forward linkages, FL*), plantearon las sumas de las filas de la matriz B de coeficientes de distribución, $b_{ij} = z_{ij}/x_i$.

Rasmussen amplió el concepto de multiplicador sugiriendo las sumas de las columnas y filas de la matriz inversa L de Leontief, $x = Ax + D = (I-A)^{-1} D$, siendo $L = (I-A)^{-1}$, con la ventaja de recoger ahora tanto los efectos directos como indirectos.

Hirschman (1958) propuso también el uso de la matriz inversa para el cálculo de los encadenamientos, citando expresamente a Rasmussen (página 114); como sus ín-

dices podían muy bien medir lo que Hirschman denominó encadenamientos totales hacia atrás (*TBL*) y hacia delante (*TFL*), algunos autores han venido a denominar los multiplicadores basados en la inversa de Leontief como multiplicadores Rasmussen-Hirschman (R&H).

Sin embargo, la aceptación de estos índices ha distado mucho de ser unánime. La literatura existente, centrada en buena medida en juicios sobre lo que es o debería ser un *key sector*, refleja críticas que han ido desde simples consejos que cuestionaban la utilidad de los índices hasta serias advertencias sobre lo adecuado de su aplicación. Fue también ampliamente aceptada la conveniencia de matizar y mejorar los multiplicadores clásicos, ajustando los índices Rasmussen con medidas de dispersión y ponderación. En concreto, el tipo de ponderación más adecuado en cada caso (la importancia relativa del valor añadido bruto o la demanda final de las ramas, por ejemplo) y la necesidad de buscar pesos más sofisticados fue un tema profusamente debatido en la década de los setenta, ya que la elección determinaba en buena medida los resultados a alcanzar (Diamond, 1974; Boucher, 1976; Laumas, 1975, 1976; McGilvray, 1977, y Rao y Harmston, 1979). A su vez, autores como Bharadwaj (1966), Jones (1976) y Hewings (1974), insistieron en los problemas de agregación, ya que habían observado que las tablas excesivamente simplificadas tendían a ofrecer menor número de sectores claves. Por último, Yotopoulos y Nugent (1973) quisieron evaluar las ideas de Hirschman analizando la importancia de los sectores claves en una serie de países desarrollados y en vías de desarrollo. La falta de evidencias a la que llegaban fue contestada por Laumas (1976), Boucher (1976), Riedel (1976) y Jones¹ (1976),

autores que en buena parte criticaron tanto el procedimiento como el inapropiado uso de la fuente utilizada.

Por otra parte, la diferente eficacia concedida a los eslabonamientos hacia atrás y hacia delante también fue cuestión de discordia: si bien los multiplicadores totales hacia atrás (posiblemente corregidos) eran aceptados, se criticó la falta de realismo de los multiplicadores hacia delante². Se fue imponiendo la idea según la cual el método estándar para la evaluación de las ligazones combinaría ahora la aproximación por el lado de la demanda y el de la oferta o de Ghosh³. Más específicamente, el *backward linkage* (*BL*) del sector *j* sería medido por la suma de la columna *j*-ésima de la inversa de Leontief, mientras que el *forward linkage* (*FL*) para la misma actividad lo sería por la suma de la fila *j*-ésima de la inversa de Ghosh, $G = (I-B)^{-1}$, siendo *B* la matriz de distribución. Sin embargo, estos no podían ser simplemente sumados dado que los dos tipos de medidas no son homogéneas. Mientras que el multiplicador hacia atrás estaría expresado por unidad de demanda final (destinada al sector *j*), el multiplicador hacia delante lo sería por unidad de *input* primario (absorbido por el mismo sector).

Las expresiones que sintetizan la operativa de ambos modelos representan, en definitiva, dos vías diferentes de observar la determinación del *output*:

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

$$x = v (I-B)^{-1} = v G$$

La evaluación por los multiplicadores de demanda y oferta implica una aplicación sincrónica de estos multiplicadores quedando servida la controversia acerca de la estabilidad de ambos modelos: no era posible supo-

¹ JONES (1976), por ejemplo, realizó su crítica en tres sentidos: Yotopoulos y Nugent no recogían todos los efectos indirectos en sus multiplicadores, trabajaban con coeficientes totales, no interiores y, por último, se habían basado en tablas excesivamente agregadas. Añadió además que la suposición de que ser sector clave no llevara aparejada necesariamente la característica de ser un sector dinámico o de elevado crecimiento, supondría una confusión conceptual.

² «[...] no resulta muy ilustrativo preguntarse qué le ocurre a una industria si todas las demás, grandes o pequeñas, se expanden a incrementos unitarios en su demanda final» (JONES, 1976, página 114).

³ El modelo denominado de oferta desarrollado a partir del trabajo de GHOSH (1958), tuvo que esperar más de diez años para alcanzar su primera aplicación con AUGUSZTINOVICS (1970). Fue seguida por GIARRATANI (1976).

ner que los coeficientes técnicos y de distribución fueran fijos al mismo tiempo, lo que obligaba a elegir entre ellos (*joint stability problem*). Este hecho supuso que en los años ochenta se cuestionara abiertamente al multiplicador hacia delante surgido de la matriz inversa de Ghosh y se constituyera en una especie de *falansterio* para todos aquellos que discutieran la credibilidad del modelo conducido por la oferta. En este sentido, Oosterhaven (1981) y Gruver (1989) argumentaron que la aceptación del modelo requería admitir la posibilidad de que los coeficientes técnicos pudiesen variar aleatoriamente, alterándose así las funciones de producción sustentadoras de las tablas.

Recientemente, Dietzenbacher (1992, 1997 y 2001)⁴ ha reconducido la cuestión, insistiendo en el hecho de que el denominado modelo de oferta no es sino una forma alternativa de presentar el conocido como modelo de precios de Leontief y que, por tanto, no pueden aceptarse impulsos de cantidad en la oferta sino alteraciones en los precios de los *inputs* primarios, siendo esta equivalencia la que permite deshacer las críticas a la base conceptual del modelo de oferta⁵. Este punto de vista se ha consolidado como paradigma actual cerrándose, por el momento, un largo debate. Con todo, no se ha solucionado el problema del uso simultáneo de ambos multiplicadores dada la falta de homogeneidad antes comentada y la búsqueda de procedimientos alternativos para la determinación de sectores claves sigue aún abierta.

⁴ En ROBLES y SANJUÁN (2005) puede encontrarse un análisis más detallado de las diferentes cuestiones surgidas en torno al debate sobre la consistencia de los modelos.

⁵ El reparo más convincente provenía de Oosterhaven: supuesto un incremento en una unidad en el valor añadido de una rama cualquiera *j*, la utilización del modelo de oferta induciría a un incremento en el *output* de cada sector sin que mediara ningún aumento en términos de valor añadido. Sin embargo, en opinión de DIETZENBACHER (1997), la consideración del modelo de oferta como un modelo de precios implica que si el valor añadido del sector *j* se incrementa en una unidad monetaria todos los precios subirán, conllevando un aumento en el valor de todos los *output*, dado que las cantidades permanecen fijas con un modelo de precios. Por lo que el valor del *output* de cualquier sector *i* (diferente de *j*) se incrementa —consecuencia de incrementos simultáneos de precios— dejando su valor añadido inalterable.

3. Sectores claves en la economía española

Criterio de Rasmussen

De acuerdo con la propuesta de Rasmussen, se obtiene en España un número relativamente pequeño de ramas claves conforme a lo habitual en este tipo de estudios⁶. En la práctica, pocas actividades cuentan con arrastres por encima de la media que no estén al mismo tiempo concentradas en un número demasiado reducido de ramas. En particular, puede reunirse una quincena de ramas de las setenta existentes o quizá alguna más si se relajan las exigencias en cuanto a la concentración. En efecto, una cuestión bien conocida en la literatura *input-output*, y que afecta de forma especial al análisis de indicadores de encadenamientos, es el grado de concentración de las compras o ventas intermedias en cada rama productiva. Una excesiva condensación lleva aparejada una sobreestimación de los *linkages*, toda vez que algunos multiplicadores elevados pueden perder buena parte de su virtualidad en el caso de que su arrastre se centre en una o pocas actividades. Este problema tradicional pronto puso de manifiesto la conveniencia de acompañar los indicadores con medidas de concentración que matizaran los resultados, en nuestro caso tanto un coeficiente de variación como una ratio de los primeros flujos intermedios en relación al total (Cuadro 1).

La mayor parte de los sectores claves resultan ser —también es lo habitual— industrias suministradoras de *outputs* intermedios: minería no metálica, distribución de agua, madera y corcho, papel y cartón, edición, química, vidrio, metálicos básicos y transformados, y maquinaria eléctrica y mecánica. Junto a ellas, algunos servicios igualmente de carácter intermedio

⁶ Los multiplicadores hacia delante se han estimado sobre la inversa de Ghosh.

CUADRO 1
INDICADORES PARA LA DETERMINACIÓN DE KEY SECTORS

Sectores	Z grandes columnas	Z grandes filas	MIC columnas	MIC filas	C & W hacia atrás	C & W hacia delante	Rasmussen hacia atrás	Cv_L	5 primeros (%)	Rasmussen hacia delante	Cv_G	5 primeros (%)	BL eigen N	FL eigen N
1 Agricultura	16	8	16	8	0,36	0,68	1,61	5,5	50	2,00	4,7	84	1,38	0,60
2 Selvicultura	0	2	0	6	0,12	0,85	1,18	7,1	31	2,85	3,2	51	0,31	3,66
3 Pesca	1	2	2	3	0,38	0,62	1,59	5,3	36	1,90	4,9	90	1,03	0,65
4 Antracita, hulla, lignito	1	2	1	3	0,28	0,98	1,42	5,9	37	3,06	3,5	55	0,67	4,45
5 Petróleo crudo, Gas natural	0	1	0	4	0,31	0,96	1,48	5,6	43	2,87	3,6	58	0,79	4,01
6 Minería metálica	0	1	0	5	0,24	0,72	1,39	6,0	38	2,47	3,9	65	0,70	3,28
7 Minerales no metálicos	4	5	2	8	0,49	0,86	1,74	4,8	42	2,59	3,8	71	1,15	1,82
8 Coque y refino	5	10	4	10	0,19	0,46	1,27	6,6	43	1,82	4,6	32	0,41	1,33
9 Electricidad	9	34	10	25	0,27	0,69	1,39	6,1	52	2,16	3,9	25	0,58	1,69
10 Gas	1	5	1	18	0,18	0,78	1,25	6,7	44	2,33	3,6	28	0,37	1,97
11 Agua	3	2	1	11	0,37	0,58	1,56	5,4	46	1,92	4,4	45	0,88	0,92
12 Carne	11	3	7	3	0,80	0,26	2,26	4,3	67	1,31	6,5	85	2,77	0,17
13 Productos lácteos	6	2	4	2	0,78	0,37	2,23	4,2	62	1,44	6,1	87	2,61	0,25
14 Otros productos alimenticios	18	6	24	3	0,59	0,40	1,93	4,7	53	1,64	5,5	85	1,88	0,47
15 Bebidas	12	1	10	1	0,54	0,68	1,85	4,6	46	1,77	5,6	90	1,63	0,40
16 Tabaco	1	0	1	0	0,57	0,00	1,88	4,6	54	1,00	8,4	—	1,69	0,00
17 Productos textiles	7	8	5	10	0,32	0,55	1,48	5,7	38	1,73	5,0	55	0,82	0,61
18 Confección	6	1	2	2	0,52	0,13	1,78	4,9	54	1,19	7,0	31	1,26	0,22
19 Cuero y Calzado	7	1	4	1	0,47	0,10	1,73	4,8	36	1,13	7,4	58	1,32	0,10
20 Madera y corcho	7	9	3	10	0,41	0,84	1,60	5,2	39	2,18	4,1	58	0,86	1,08
21 Papel y cartón	10	12	8	12	0,37	0,76	1,56	5,4	35	2,35	3,7	42	0,88	2,17
22 Edición y grabado	10	8	5	11	0,55	0,58	1,82	4,8	58	1,99	4,3	41	1,25	1,45
23 Productos químicos	22	27	27	14	0,41	0,43	1,62	5,2	32	1,69	5,0	30	1,00	0,91
24 Caucho y plásticos	10	16	9	17	0,27	0,70	1,41	5,9	34	2,05	4,1	38	0,64	1,19
25 Cemento, cal y yeso	2	2	1	2	0,35	0,93	1,52	5,5	42	2,58	4,4	86	0,78	1,44
26 Vidrio	3	5	3	16	0,45	0,76	1,69	4,9	37	2,16	4,0	51	1,14	1,20
27 Artículos de cerámica	8	2	5	3	0,51	0,68	1,76	4,8	38	1,90	5,1	81	1,19	0,74
28 Otros minerales no metálicos	10	1	9	1	0,63	0,89	1,97	4,3	47	2,13	5,2	88	1,57	0,74
29 Productos de metalurgia	20	9	18	8	0,53	0,68	1,84	4,7	40	2,13	4,2	63	1,54	1,81
30 Productos metálicos	13	19	20	12	0,47	0,75	1,76	5,0	46	2,20	4,1	51	1,43	1,70
31 Maquinaria y equipo mecánico	13	16	18	11	0,45	0,41	1,73	4,9	47	1,72	4,9	36	1,41	1,12
32 Maquinaria de oficina	1	0	3	0	0,38	0,02	1,58	5,3	35	1,03	8,1	23	0,99	0,05
33 Maquinaria y material eléctrico	7	6	7	8	0,43	0,53	1,70	5,0	48	1,73	5,0	61	1,34	0,77
34 Material electrónico	5	0	5	2	0,38	0,07	1,60	5,2	44	1,09	7,7	50	1,08	0,08
35 Equipo médico-quirúrgico	2	1	2	2	0,36	0,10	1,56	5,4	40	1,11	7,5	75	0,99	0,04
36 Vehículos de motor	16	2	17	2	0,36	0,13	1,59	5,3	45	1,23	6,8	63	1,11	0,44
37 Otro material transporte	5	3	2	4	0,36	0,24	1,55	5,4	36	1,35	6,2	56	0,95	0,42
38 Muebles	12	1	11	1	0,51	0,08	1,78	4,7	39	1,11	7,5	38	1,27	0,14
39 Servicios de recuperación	1	1	1	4	0,85	1,00	2,38	3,7	53	3,16	3,5	65	2,63	5,17
40 Construcción	29	20	33	1	0,45	0,17	1,75	4,8	36	1,25	6,8	54	1,39	0,27
41 Comercio y reparación vehículos	9	8	6	6	0,31	0,40	1,48	5,7	52	1,73	4,9	47	0,85	1,19
42 Comercio al por mayor	15	21	20	9	0,32	0,31	1,46	5,7	49	1,48	5,7	47	0,70	0,54
43 Comercio al por menor	12	18	15	2	0,23	0,19	1,34	6,3	50	1,30	6,4	39	0,51	0,38
44 Hostelería	24	12	25	1	0,39	0,08	1,70	5,0	45	1,13	7,4	35	1,67	0,20
45 Transporte ferrocarril	3	1	2	8	0,30	0,29	1,45	5,8	53	1,54	5,4	37	0,73	1,02
46 Otros transportes terrestres	7	33	8	25	0,26	0,69	1,40	6,1	60	2,19	3,9	33	0,65	1,64
47 Transporte marítimo	2	0	2	12	0,39	0,33	1,60	5,3	52	1,56	5,3	25	1,03	0,84
48 Transporte aéreo	3	2	3	9	0,34	0,35	1,51	5,6	56	1,62	5,2	31	0,83	1,05
49 Anexos a transportes	12	22	11	18	0,36	0,69	1,54	5,5	40	2,21	3,8	33	0,96	1,85
50 Telecomunicaciones	5	22	3	16	0,12	0,60	1,17	7,1	46	1,97	4,2	31	0,26	1,36
51 Intermediación financiera	9	7	8	20	0,79	0,77	2,09	4,2	58	2,24	3,8	38	1,50	1,69
52 Seguros	4	4	2	8	0,54	0,31	1,82	4,9	74	1,53	5,5	29	1,23	0,83
53 Serv. aux. intermediación financiera	4	1	3	1	0,36	0,62	1,53	5,5	57	1,96	5,0	73	0,79	1,46
54 Servicios inmobiliarios	3	22	5	5	0,16	0,22	1,28	6,6	66	1,35	6,2	42	0,60	0,45
55 Alquiler de maquinaria	3	3	2	17	0,36	0,59	1,54	5,4	38	1,96	4,3	34	0,83	1,39
56 Servicios de informática	2	3	1	4	0,22	0,25	1,32	6,4	46	1,40	5,9	39	0,46	0,57
57 Servicios I+D	1	6	0	13	0,28	0,69	1,41	5,9	32	2,06	4,1	36	0,65	1,43
58 Otros servicios empresariales	16	51	16	22	0,24	0,74	1,37	6,2	43	2,13	4,0	29	0,59	1,40
59 Educación de mercado	6	0	1	0	0,20	0,06	1,30	6,4	42	1,09	7,7	24	0,51	0,12
60 Serv. sanitarios, veterinarios de mercado	6	6	5	4	0,16	0,13	1,25	6,7	37	1,20	7,0	37	0,43	0,21
61 Serv. saneamiento público de mercado	1	1	1	10	0,34	0,56	1,53	5,5	38	1,70	5,1	57	0,90	0,44
62 Serv. recreativos, culturales, deportivos de mercado	4	3	4	2	0,16	0,10	1,23	6,8	47	1,18	7,1	47	0,34	0,28
63 Otros servicios personales	2	1	1	4	0,32	0,09	1,47	5,7	40	1,13	7,4	64	0,74	0,13
64 Serv. de Admón. Pública, defensa, seguridad social obligatoria	14	0	16	0	0,21	0,00	1,31	6,4	40	1,00	8,4	—	0,48	0,00
65 Serv. educativos de no mercado	3	0	1	0	0,07	0,00	1,11	7,5	37	1,00	8,4	—	0,18	0,00
66 Serv. sanitarios, veterinarios, sociales no de mercado	13	0	16	0	0,21	0,00	1,31	6,3	37	1,00	8,4	—	0,53	0,00
67 Serv. saneamiento público no de mercado	2	0	1	0	0,67	0,00	2,04	4,5	69	1,00	8,4	—	1,82	0,00
68 Serv. sindicatos, otras asociaciones	0	0	0	0	0,19	0,00	1,29	6,5	47	1,00	8,4	—	0,50	0,00
69 Serv. recreativos, culturales, deportivos, no de mercado	2	0	1	0	0,42	0,00	1,64	5,1	42	1,00	8,4	—	1,04	0,00
70 Personal doméstico	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	8,4	—	1,00	8,4	—	0,00	0,00

NOTAS: C&W: Chenery y Watanabe, Cv: coeficiente de variación, BL: ligazón hacia atrás, FL: ligazón hacia delante.
FUENTE: TIOE95 y elaboración propia.

como anexos al transporte, servicios de recuperación, de intermediación financiera, alquiler de maquinaria y servicios de saneamiento público de mercado⁷.

No obstante, la mitad de las ramas que son *key sectors* bajo las condiciones de Rasmussen —o de Chenery y Watanabe⁸— son muy pequeñas si atendemos a su peso sobre la producción efectiva (no llegan al 0,8 por 100 de la producción española) o el VAB, de manera que el interés por su intenso grado de relación queda matizado por la escasa cuantía de sus valores: minerales no metálicos, agua, madera y corcho, vidrio, servicios de recuperación, servicios de intermediación financiera, alquiler de maquinaria, y servicios de saneamiento público de mercado.

Autovectores, la propuesta de Dietzenbacher

Los *valores propios* son un conjunto de escalares conocidos por una amplia variedad de denominaciones: raíces características, valores *eigen*, autovalores... Cada autovalor determina un vector asociado, derecho e izquierdo, denominado igualmente de varias maneras: vector propio, característico, vector *eigen*, autovector... El autovalor λ más elevado es el *dominante* λ_d y su vector asociado es conocido como *vector de Perron*. El *vector derecho* se define como un vector columna que satisface la ecuación: $BV_d = \lambda V_d$, siendo B una matriz cuadrada —la de coeficientes de distribución, por ejemplo—, V_d el vector propio y λ el autovalor asociado a V_d . Podría entonces expresarse el sistema: $(B - \lambda I) V_d = 0$. De manera similar el *vector izquierdo* es un vector fila que satisface: $V_i A = \lambda V_i$, que trasponiendo queda: $A' V_i' = \lambda V_i'$; A sería una matriz cuadrada —la de coeficientes técnicos, por ejemplo— y, de forma similar al caso anterior, podría hacerse $(A' - \lambda) V_i' = 0$.

⁷ Si se relajasen las exigencias de concentración podrían incluirse ramas como *agricultura, pesca, bebidas*, así como los *materiales de construcción*.

⁸ Hay que recordar que apenas se encuentran diferencias entre los *key sector* que podrían establecerse bajo los criterios de Chenery y Watanabe o de Rasmussen.

Dietzenbacher (1992) ha propuesto que los vectores *eigen* asociados a las matrices de coeficientes técnicos y de distribución se conviertan en las medidas adecuadas para la medición de las relaciones intersectoriales ya que, a su juicio, permitirían alcanzar un ajuste de las posibles sobreestimaciones o subestimaciones de los indicadores clásicos. En particular, los elementos del vector derecho V_d asociado al autovalor dominante λ_d de la matriz de coeficientes de distribución B se utilizarían para medir las ligazones hacia delante, mientras que los del vector izquierdo V_i de la matriz A de coeficientes técnicos serían útiles para las relaciones hacia atrás. De esta manera: $B V_d = \lambda_d V_d$ y $V_i' A = \lambda_d V_i'$. A y B , matrices semejantes, poseen los mismos autovalores y, por tanto, el mismo determinante, ya que éste puede expresarse como el producto de los anteriores. De igual forma, los elementos de los vectores dominantes son los mismos en la matriz A , en A^n y en la inversa de Leontief, L —o en B , en B^n y en la inversa de Ghosh, G —.

Los vectores propios pueden calcularse estimando primero los autovalores y resolviendo después los sistemas anteriores para el λ_d . Pero queremos, por nuestra parte, señalar que los elementos de los vectores asociados al λ_d pueden estimarse también de una manera aproximada elevando la matriz A —o B — a una potencia suficientemente grande y sumando sus columnas —o las filas de B —. Los resultados serán números muy pequeños que pueden normalizarse si se dividen por su media. Puede comprobarse, a continuación, que estos sumandos normalizados coinciden con los elementos de los vectores dominantes también normalizados. Los *key sector* quedarían definidos así de la manera habitual, como los *forward* y *backward linkages* que se encuentren por encima de la media, siendo por tanto superiores a uno. En definitiva, y en nuestra opinión, la propuesta de Dietzenbacher equivaldría a utilizar como indicadores de las ligazones de las ramas un concepto muy similar a los clásicos multiplicadores, si bien en vez de sumar columnas o filas de A y B , o L y G , se sumarían las de A^n o B^n .

CUADRO 2

SECTORES CLAVES BAJO DIFERENTES CRITERIOS EMPLEADOS

Sectores	Rasmussen	Eigen	MIC
21 Pasta de papel, papel y cartón.	k	k	k
23 Productos químicos.	k	k	k
29 Productos de metalurgia	k	k	k
30 Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	k	k	k
31 Maquinaria y equipo mecánico.	k	k	k
49 Otros servicios anexas a los transportes.	k	k	k
51 Servicios de intermediación financiera	k	k	k
7 Minerales no metálicos ni energéticos	k	k	
20 Madera y corcho.	k	k	
22 Productos de la edición	k	k	
26 Vidrio y productos de vidrio	k	k	
55 Servicios de alquiler de maquinaria	k	k	
1 Agricultura, ganadería y caza.			k
9 Producción y distribución de electricidad.			k
11 Agua recogida y depurada.	k		
24 Productos de caucho y materias plásticas			k
33 Maquinaria y material eléctrico.	k		
39 Servicios de recuperación de materiales en bruto		k	
42 Comercio al por mayor			k
46 Servicios de otros tipos de transporte terrestre			k
58 Otros servicios empresariales			k
61 Servicios de saneamiento público de mercado	k		
Total	15	13	13

NOTA: k: *key sector*.

FUENTE: TIOE95 y elaboración propia.

Por otra parte, nuestra estimación de los *eigen values* de las matrices derivadas de la Tabla Input-Output de la economía española (TIOE95) y su comparación con los multiplicadores tradicionales tampoco permite aceptar todas las propuestas y conclusiones de Dietzenbacher. En este sentido, si bien se observa en términos generales una cuestión ya adelantada por él (1992, página 426): la notable concordancia entre los métodos clásicos y los *eigen values* (de los 13 sectores claves obtenidos, 12 coinciden con los alcanzados bajo los criterios

de Rasmussen⁹ (Cuadro 2), no parece confirmarse, al menos de una forma inequívoca, que este procedimiento actúe adecuadamente como un «filtro» ante una excesiva concentración en los destinos o compras inter-

⁹ Las ramas de *agua, maquinaria eléctrica* y los *servicios de saneamiento público de mercado* caen, sin embargo, de la lista, mientras que entra, por el contrario, la rama de *servicios de recuperación de chatarra*.

medios de las diferentes ramas. El detalle de algunos ejemplos aclarará la cuestión.

Centrándonos en los *key sector*, se subestiman —en ambos sentidos— los *linkages* de ramas como *agua* y *servicios de saneamiento público de mercado*, discrepando así con el *ranking* de Rasmussen. A su vez, *madera*, *papel*, *anexos al transporte* y *servicios de alquiler de maquinaria* muestran *BL eigen* moderados a pesar de no contar con excesivos problemas de concentración en sus compras. A su vez, la rama *química* sin tener una elevada concentración en sus envíos, presenta un *FL eigen* por debajo de la media. Por contra, algunos sectores clave cuentan con valores *eigen* sobreestimados en relación a su concentración. En concreto, las relaciones hacia delante se encuentran sobreestimadas en actividades como minería no metálica, metalurgia y, sobre todo, en servicios de recuperación donde el 82 por 100 de su *output* intermedio tiene como único destinatario a productos de la metalurgia. El resto de sectores claves bajo los criterios *eigen* (5 de ellos) son valorados adecuadamente en función de la concentración de sus compras y envíos.

Para el resto de ramas no claves, también aparecen coincidencias y divergencias sobre todo en lo que se refiere a una posible sobreestimación. Así, si bien no aparece ningún caso en que un sector con alto valor *eigen* (hacia delante o hacia atrás) no tenga fuertes conexiones o, lo que es lo mismo, que no cuente con un elevado índice de Rasmussen, los resultados no quedan bien matizados en relación al grado de concentración de los flujos de estas ramas.

En definitiva, la suerte dispar que reflejan los resultados nos permite concluir que pese al evidente interés que tienen los *eigen values*, no parecen ser indicadores que mejoren sensiblemente a los clásicos aportando una solución adecuada al tradicional problema de la concentración y el filón informativo de conexiones directas e indirectas que supone una matriz inversa (de Leontief o Ghosh), como suma de la serie de potencias de las matrices de coeficientes directos, parece más «seductor» que el contenido en un elemento de las respectivas series.

Sensibilidad de los coeficientes

Observando una matriz intermedia *Z* correspondiente a cualquier país se apreciará un reducido número de grandes flujos frente a una mayoría restante de importancia mucho menor. Así, por ejemplo, en las tablas IO españolas correspondientes al año 1995 los 18 flujos intermedios más grandes ya reúnen el 25 por 100 del total, mientras que los 81 primeros ya suponen la mitad. A partir de aquí la concentración es lógicamente menor y hay que reunir casi a los 300 primeros para alcanzar el 75 por 100 ó los 500 para llegar al 85 por 100 del total.

En cuanto a las matrices de coeficientes directos, podría presumirse que los elementos más grandes o importantes serán los correspondientes a los grandes flujos intermedios, pero esto no es siempre así¹⁰. No hay que olvidar que los coeficientes son ratios respecto a la producción y pueden ser grandes por meras razones de numerador o denominador. Además de ello, un coeficiente técnico puede ser grande pero pertenecer a una rama de escasa importancia y, por tanto, su influencia será igualmente escasa pese a la apariencia de su tamaño. Por el contrario, pueden existir coeficientes más pequeños pero de mucha mayor influencia si son parte de una rama de tamaño singular.

Han sido los estudios de sensibilidad los que han clasificado a los diferentes coeficientes entre importantes y los meramente grandes, destacando aquellos que puedan provocar mayores cambios en la producción. Los primeros, a menudo un conjunto reducido, han venido a denominarse *Most Important Coefficients (MIC)* y en función del número de ellos que se encuentre en una rama se ha valorado su importancia o influencia en el sistema productivo (Forssell, 1988, página 296).

¹⁰ La comparación de las 500 celdas más importantes en el triple ámbito de flujos intermedios y coeficientes directos (columnas y filas) de la tabla IO de 1995, indica una clara relación (cercana al 70 por 100) entre coeficientes grandes y flujos intermedios grandes. A su vez, en tan sólo 27 casos no hay coincidencia entre los 500 mayores coeficientes técnicos y sus correspondientes de distribución.

El análisis de las relaciones entre matrices de coeficientes y sus respectivas inversas se ha venido produciendo a partir de progresos del trabajo original de Sherman y Morrison (1950). Uno de ellos ha sido la técnica de los *límites tolerables*, introducida por Sekulic (1968) y Jilek (1971) y desarrollada por Schintke y Stäglin (1985), Sebal (1974) y Aroche-Reyes (1996), entre otros. Se trataría de identificar los coeficientes cuyas variaciones relativas provoquen un mayor error o desviación en términos de producción total. De esta manera, un coeficiente técnico a_{ij} sería importante si una variación del mismo menor que el 100 por 100 provoca un cambio mayor que un nivel prefijado $p\%$ —suele tomarse el 0,5 por 100 ó el 1 por 100— en la producción total de alguna de las ramas.

La fórmula habitualmente utilizada para medir la sensibilidad de los coeficientes puede expresarse como:

$$w_{ij}(p) = a_{ij} \left[l_{ji} p + 100 \left(\frac{l_{ij}}{x_i} \right) x_j \right];$$

donde w_{ij} es el grado de importancia del coeficiente a_{ij} , p el porcentaje máximo de variación que provocará sobre la producción de cualquier sector (es decir, «límite tolerable» de error), l_{ij} un elemento de la matriz inversa de Leontief y x_j la producción del sector j . Lógicamente, cuanto mayor sea el valor de w_{ij} más significativas serán las compras intermedias que realiza j a i , es decir, el coeficiente a_{ij} .

Puede definirse también un $r_{ij} = \frac{1}{w_{ij}}$, inverso de las elasticidades, como el porcentaje de cambio en un coeficiente para que varíe la producción de cualquier sector en un p determinado. La *sensibilidad del coeficiente* de producción vendría dada por este cociente, que será tanto más reducido cuanto más importante sea el a_{ij} (Schintke y Stäglin, 1988, página 48).

Ahora bien, y volviendo a la definición de w_{ij} , en el caso de que se haya eliminado el autoconsumo de la matriz Z , como es nuestro caso, se observará que l_{ii} , elemento de la diagonal de la inversa, será igual o muy

próximo a 1. Por otra parte, el producto $a_{ij} \frac{x_j}{x_i}$ tendrá como resultado los coeficientes de distribución b_{ij} y, por lo tanto, en la fórmula recogida se van a sumar unos números muy pequeños, $l_{ij} \frac{p}{100}$, a los citados coeficientes.

En definitiva, los *MIC* podrían considerarse como elementos muy próximos a los b_{ij} más grandes o significativos y, por tanto, a estos efectos, tamaño e importancia quedarían directamente relacionados. *Si b_{ij} es grande —o r_{ij} pequeño— el correspondiente a_{ij} es importante.*

La estimación de la sensibilidad de coeficientes en la TIOE95 consigue un número de *MIC* cercano a 500 —485, aproximadamente el 10 por 100 de la tabla— número reducido pero habitual en este tipo de trabajos (Schintke y Stäglin, 1988; Forsell, 1988). En los Cuadros 1 y 2 puede observarse también que las ramas donde se concentran estos coeficientes, que cabría calificar de nuevo como *claves*, son en buena parte distintas a las determinadas por los métodos anteriores, toda vez que el procedimiento ahora empleado es bien diferente. La principal novedad se encuentra en la inclusión de los servicios intermedios que al no contar con fuertes arrastres hacia atrás no siempre eran tenidos en cuenta por los criterios basados en multiplicadores. En concreto, resulta significativa la presencia de los *servicios a las empresas* que en 16 ocasiones pueden hacer crecer la producción de otras ramas en un 1 por 100 si modifica sus requerimientos hacia ellas en una (relativa) baja cuantía. Mientras que en 22 casos la producción de la rama puede crecer el 1 por 100 si otras aumentan sus requerimientos en una determinada cuantía.

MIC, una reconsideración

Los autores antes citados han clasificado los *MIC* atendiendo a su cuantía, estableciendo diferentes grupos entre los que destacan por su especial relevancia aquellos con los r_{ij} más pequeños —menores al 20 por 100, por ejemplo— denominados como «los más importantes entre los importantes». Pero la interpreta-

ción de la elasticidad, como la de cualquier otra tasa, es delicada y puede reflejar muy distintas situaciones. Por ello, es muy útil analizarla siempre en el contexto de las cifras absolutas sobre las que se asienta o calcula.

Un análisis detenido de los coeficientes con mayor elasticidad de la TIOE95 puede ser un medio adecuado para comprender mejor el sentido de los *MIC*. Así, por ejemplo, el coeficiente $a_{28,40}$ que recoge la compra de *materiales de construcción* por parte de la propia *construcción* posee un $r_{28,40}$ con un bajo valor: 1,14, mientras que el $r_{4,9}$ —correspondiente al coeficiente $a_{4,9}$ compras de *carbón* por parte del sector productor de *electricidad*— sólo es algo mayor: 1,24. Quiere decirse con ello que basta que el coeficiente $a_{28,40}$ se incremente en un 1,14 por 100 o el $a_{4,9}$ en un 1,24 por 100 para que la producción total de los materiales y la del carbón se incrementen, respectivamente, en un 1 por 100. Ambas elasticidades se caracterizan no sólo por ser de las más importantes que se pueden encontrar sino también por la relevancia o importancia de los flujos que representan, flujos muy destacados en cualquier economía.

Sin embargo, si se quiere definir una rama como clave porque cuente con un grupo notable de r_{ij} pequeños en su seno —fila o columna— debe resaltarse que se está indicando que la rama responderá o hará responder a las producciones de otras con gran elasticidad o intensidad, como consecuencia de cambios relativamente pequeños en sus coeficientes, pero no necesariamente ello acarreará notables incrementos de producción, renta o empleo, eso dependerá de otros factores, primordialmente de los valores absolutos de los flujos que estén detrás. Por ejemplo, un $r_{39,29} = 1,18$ relacionado con la venta de chatarra por parte de la rama de *servicios de recuperación* a la *metalurgia*, indica de nuevo que un crecimiento del coeficiente $a_{39,29}$ de apenas el 1,18 por 100 hace crecer la recuperación de chatarra en un 1 por 100. Pero el problema está en que esta actividad, por otra parte ecológicamente muy relevante, es una de las más pequeñas en términos de valor de la producción que puede encontrarse en la tabla. Para solventar este problema podría ser conveniente discriminar

entre los *MIC* en función de que se encuentren respaldados o no por grandes flujos intermedios: *un MIC será tanto más importante cuanto menor sea su r_{ij} y mayor sea el z_{ij} que lo respalde*. Sin embargo, esta formulación sigue teniendo sus limitaciones.

En efecto, aunque la definición de *MIC* sea exigente y se obtenga por tanto un número reducido de ellos, todavía es posible encontrar algunos de difícil aceptación. El problema es ahora el opuesto al recogido con anterioridad. Y es que si se acepta que la elasticidad sea tolerable cuando r_{ij} sea inferior al 100 por 100, aun a título de mero indicador, se estarían aceptando como factibles variaciones de coeficientes técnicos imposibles de asumir cuando el flujo z_{ij} que está detrás tenga el suficiente tamaño o entidad. Por ejemplo, se estaría admitiendo la posibilidad de que un ya de por sí importante suministro de energía eléctrica a determinadas ramas pudiera crecer mucho más, o que la rama de agricultura pudiera suministrar un 80 por 100 más de tabaco a la industria tabaquera, o que determinados servicios a las empresas o anexos a los transportes pudieran elevar de forma notable su oferta sin encontrar por ello dificultades técnicas y de capacidad. No parece muy probable.

Es por ello que nos parece obligado ser más exigente, realizando una doble selección tanto de los *MIC* como de los z_{ij} que los respaldan: sólo se han aceptado aquellos r_{ij} más pequeños o inferiores al 25 por 100 y aquellos z_{ij} más grandes, los integrados en el cuartil mayor. De esta manera, se estarían seleccionando coeficientes que variando poco, o muy poco, pudieran, sin embargo, elevar (el 1 por 100) una producción considerable. Un ejemplo sería la venta de ganado por parte del sector agropecuario a la rama cárnica —el flujo intermedio más grande de toda la TIOE95— ya que con una variación del 3,7 por 100 hace crecer a la importante producción primaria un 1 por 100. O también, las ventas de bebidas por parte de la industria fabricante a la rama de hostelería y restauración ya que creciendo este *input* un 1,5 por 100 las apreciables ventas de esta industria crecen el consabido 1 por 100.

Pero la contrapartida de este riguroso proceso es, para terminar, que el número de coeficientes supervivientes se ha reducido a una cincuentena y, si bien no parecen ofrecer dudas sobre su valía, resultan insuficientes para poder designar ramas claves, máxime si se tiene en cuenta su lógica dispersión a lo largo de la tabla.

4. Clusters

Los *polos de desarrollo* introducidos por Perroux en 1955 han recibido periódicas muestras de interés en los pasados años pero, como ocurre con casi todos los desarrollos teóricos, es difícil encontrar al creador del ahora denominado *cluster* ya que es posible remontarse, al menos, hasta Marshall. En la actualidad, su estudio ha vuelto a ponerse de moda gracias a los trabajos de Porter, por una parte, y a los miembros de la *New Economic Geography*, como Krugman, por otra.

En la búsqueda de una mayor exactitud del término se han introducido tres elementos en los *clusters*: *localización*, *interrelación* y *escala*. Así, en uno de los considerados trabajos pioneros, Roepke *et al.* (1974), a la hora de clasificar complejos, distinguían entre grupos de industrias muy interrelacionadas y aquellas que, siendo interdependientes, se reúnen físicamente en un espacio común, centro industrial o en vecindad regional. El análisis factorial, triangulación o grafos son ejemplos de procedimientos que, tomando como punto de partida la tabla I/O, identificarían el primer tipo de complejos industriales. Por su parte, los territoriales, definidos por Isard, Smolensky o Kolosovsky, requerirían instrumentos propios de *Economía Regional* o *Geografía Económica* para su fijación.

Czamanski y Ablas (1979), por su parte, hicieron hincapié en la diferencia entre *clusters* y complejos industriales. El *cluster* estaría constituido por industrias o actividades económicas especialmente interconectadas por la intensidad de sus flujos de bienes y servicios, quedando al margen consideraciones de tipo físico, geográfico o topológico. Por su parte, el complejo sería un *cluster* que posee además una similitud en sus pautas de lo-

calización¹¹. Hoen (2000), no se separa de esta definición de Czamanski y Ablas, pero subraya la idea de dimensión cuando diferencia entre *microcluster*, referidos a empresas o establecimientos, y *mesoclusters* de perímetro sectorial y objeto de la mayoría de los análisis empíricos dadas las fuentes estadísticas disponibles.

Por último la literatura existente ha acuñado una distinción adicional al hablar de *clusters horizontales* y *verticales*. Los primeros comparten el mercado de sus productos requiriendo similares *inputs*, combinados, a su vez, con parecida tecnología. Los verticales, por su parte, unen establecimientos que se suministran insumos de manera sucesiva y encadenada, conformando cadenas de valor añadido (Rosenfeld, 1997).

Métodos de identificación de los clusters

Métodos multivariantes

Una clasificación inicial permite distinguir entre técnicas econométricas (análisis multivariante) y métodos basados en el análisis de grafos y técnicas afines. Del *multivariante* —factorial, de componentes y de conglomerados— resulta la identificación de los llamados «*clusters horizontales*», mientras que de los métodos de grafos se obtienen «*clusters verticales*»¹². La aplicación

¹¹ No puede extrañar que la irrupción de quienes comenzaron a emplear tablas IO y técnicas factoriales fuera seguida de diversas críticas por parte de investigadores del campo regional, reivindicando la imposibilidad de estudiar *clusters* sin tener muy presentes los elementos espaciales (HARRIGAN, 1982 y LATHAM, 1976, 1977). Sin embargo, el debate se produjo, en buena medida, por una falta de comprensión hacia la distinta naturaleza de los estudios que se realizaban, toda vez que el concepto de *cluster* del que se partía o al que se quería llegar era diferente para unos y otros.

¹² Esto ha sido reconocido, con mayor o menor claridad o con mayor o menor énfasis por gran número de autores aunque aún queden equívocos y reticencias. OOSTERHAVEN *et al.* (2001) afirman que el método estándar para la identificación de *clusters* —el análisis factorial o de componentes principales— es inútil para medir los *linkages* toda vez que «usa la semejanza de sus compras y ventas intermedias para agrupar a las industrias en un *cluster*... Este método, por supuesto, responde a interesantes cuestiones... Sin embargo, no contesta acerca de cuáles están más estrechamente vinculadas a otras» (página 812). Por su parte, REY y MATTHEIS (2000) (página 13) hacen suyo lo afirmado por

del análisis factorial (AF) —o el de componentes principales (CP)— a las TIO ha requerido, habitualmente de los siguientes pasos o tareas sucesivas:

- Selección y agregación de las ramas de las TIO. En efecto, y este es un problema habitual y no sólo del análisis multivariante, a la práctica totalidad de los autores les ha parecido necesaria la selección de las ramas a estudiar, eliminando o agregando aquellas de carácter general (servicios a las empresas, comunicaciones, transportes, comercio, pero también industrias como refino o energía eléctrica) que aparecerían una vez tras otras en todos los *clusters*¹³. Esto ha llevado, además, a primar los estudios de las ramas manufactureras sobre la de servicios, lo cual es lógico si se piensa que la diversidad de *inputs*, la complejidad tecnológica y los flujos exteriores son mucho más importantes en las industrias.

- La estandarización o normalización de la matriz, método que pretende corregir el problema de la escala o diferente tamaño de las ramas. Para ello, se suele elaborar una matriz de coeficientes o bien una de ligazones.

- La construcción de una matriz *input* donde se aplicará la técnica factorial. Para este fin, suele realizarse una matriz de correlaciones que, en el caso más común Czamanski (1971) y Bermang y Fesser (2000), es simétrica y se formará eligiendo, en cada caso, el valor máximo de las cuatro matrices de correlaciones realizadas a partir de las dos matrices de ligazones tal que:

$$c_{ij} = c_{ji} = \max [c(\bar{a}_{.i}, \bar{a}_{.j}), c(\bar{b}_{.i}, \bar{b}_{.j}), c(\bar{a}_{.i}, \bar{b}_{.j}), c(\bar{b}_{.i}, \bar{a}_{.j})]$$

O'HUALLACHAIN (1984) argumentando que este «defecto» debería ser visto más como una fortaleza que como una debilidad. Incluso en trabajos pioneros y de enorme influencia como los de CZAMANSKI (1977) es ya posible encontrar referencias a que el método de AF agrupa a las ramas sobre la base de la semejanza de sus perfiles de flujos: «En los estudios basados en análisis multivariante (componentes o factores) el criterio fue incluso más general ya que las industrias fueron clasificadas como miembros de una agrupación sobre la base de la semejanza de sus perfiles de flujos con las otras ramas de la economía» (página 455).

¹³ Puede verse sobre este particular de la exclusión de ramas LAINESSE, L. y POUSSART, B. (2005), Capítulo 6.

En otras ocasiones —Roepke *et al.* (1974)— esta matriz *input* se ha realizado a partir de la mera suma de los valores absolutos de la matriz intermedia $z_{ij}^* = z_{ji}^* = z_{ij} + z_{ji}$. O bien —Bergman *et al.* (1996)— se ha utilizado una matriz efectuada por los valores máximos de las cuatro ligazones que unen a dos ramas —o eligiendo el valor máximo del coeficiente de Streit—:

$$c_{ij} = c_{ji} = \max [\bar{a}_{ij}, \bar{a}_{ji}, \bar{b}_{ij}, \bar{b}_{ji}].$$

Con la construcción de este tipo de matrices *input* se consiguen, también, varios objetivos que no hemos encontrado declarados o especificados en los trabajos revisados. En primer lugar, se palía el problema de la cantidad de ceros y valores muy pequeños que tiene cualquier tabla IO y que hace muy difícil —y lo hemos corroborado con nuestra experiencia personal— aplicar sin más técnicas factoriales a las matrices de coeficientes o ligazones. En segundo lugar, y como se habrá observado, la utilización de esta matriz *input* lleva, de hecho, a abandonar la búsqueda de *clusters* exclusivamente horizontales al combinarse relaciones de filas y columnas indistintamente. Además de ello, queda adecuadamente superada la casi segura posibilidad de encontrarse con sindicaciones de ramas que, si bien pueden llegar a ser semejantes en sus estructuras productivas —industrias extractivas con servicios destinados a la venta, por ejemplo—, no son fáciles de asociar o aceptar en un *cluster*.

En resumen, no puede extrañar que la construcción de esta matriz haya sido siempre polémica ya que, en efecto, el gran problema es que las transformaciones propuestas son de tal magnitud que es difícil encontrar sentido económico en estas matrices *input* reelaboradas. Esta opinión fue apuntada, hace ya muchos años —Roepke *et al.* (1974)—: «Czamanski comienza con matrices de coeficientes de correlación que relacionan las industrias a través de ligazones... sin embargo, la consecuencia es que esta matriz no está basada en relaciones claramente identificables, resultando difícil reconocer *clusters* coherentes» (página 26).

- Extracción de los componentes, rotación —generalmente *varimax*— y asignación de las ramas a los *clusters*. La interpretación del patrón de cargas factoriales para los sectores se basa en las más significativas, aunque también, de manera simultánea, pueden existir asociaciones secundarias¹⁴.

Obtención de *clusters* de la economía española a través de componentes principales

Nuestra aportación en esta técnica parte de dos decisiones básicas. En primer lugar, la matriz *input* o algoritmo elegido ha sido la *suma de ligazones intermedias*, indicadora de la intensidad del flujo entre sectores considerados como consumidores y proveedores:

$$\bar{a}_{ij} = z_{ij} / \sum_{j=1}^n z_{ij}; \quad \bar{b}_{ij} = z_{ij} / \sum_{i=1}^n z_{ij}.$$

En segundo lugar, hemos optado por la flexibilidad a la hora de interpretar las cargas factoriales y de asignar los miembros de cada *cluster*, estableciendo un límite máximo de 0,4 que no elimina demasiados sectores.

Esta actuación implica una aproximación híbrida dentro del análisis de componentes principales (CP), ya que, en la medida en que ahora se consideran las relaciones de interdependencia en las reagrupaciones sectoriales, el criterio de semejanzas de patrones de compras y/o ventas pierde protagonismo y los resultados obtenidos, razonablemente semejantes a los logrados en grafos, señalan que estos *clusters* ya no serían horizontales, en sentido estricto. Varios son los hechos a considerar en esta aplicación (Cuadro 3).

¹⁴ Concretamente, para BERGMAN y FESER (2000), los sectores primarios de un determinado *cluster* son los que alcanzan sus cargas más altas en ese factor y, además, superan el valor umbral de 0,60. Los sectores secundarios tendrán cargas factoriales entre 0,35 y 0,60, así como los que presentan cargas superiores a 0,60 en ese mismo *cluster*, pero alcanzan su carga más alta en otro diferente (identificados ahí como «primarios»).

- Se han eliminado aquellos sectores que «sirven» a un gran número de ramas pero no mantienen fuertes vínculos con ninguna en particular, dificultando una lectura acertada de los vínculos sectoriales: química, comercio y reparación de vehículos, comercio al por mayor y al por menor, transportes por ferrocarril, otros tipos de transporte terrestre, marítimo y aéreo y los servicios domésticos de los hogares —este último caso por su escasa cuantía y ausencia de *inputs*—.

- Se identifican cinco *clusters* (agroalimentario, energético, construcción y materiales afines, metal-mecánico y servicios) así como un horizonte de parejas o *mini-clusters*: productos textiles con cuero y calzado; selvicultura y edición, a los que se pueden añadir papel y muebles a través de sus segundas cargas factoriales; seguros y anexos al transporte y, por último, los saneamientos públicos de mercado y no mercado.

- La mayoría de las actividades económicas se encuentran interrelacionadas y de ahí la necesidad de introducir límites subjetivos de interrelación. Máxime cuando el análisis factorial puede relacionar a un mismo sector con diferentes agrupaciones, como por ejemplo el vidrio: adscrito al *cluster* metal-mecánico, se encuentra muy relacionado con materiales de construcción y el *cluster* agroalimentario. Pero también muebles y otros artículos manufacturados y la rama de agua y su distribución presentan fuertes vinculaciones fuera del *cluster* asignado. Estos vínculos entre actores de diferentes bloques, llevan finalmente a *clusters* indudablemente conectados y a que se pueda hablar en nuestro caso, por ejemplo, de un *megacluster* de la construcción y el metal-mecánico. En nuestra opinión, esto no debe ser visto como un inconveniente sino como un adecuado reflejo de la realidad.

Métodos de grafos y afines

Junto a trabajos fácilmente reconocibles dentro del ámbito de la teoría de grafos (Campbell, 1975; Hoster, 1977; Slater, 1977; Morillas, 1983; Bon, 1989; Schnabl, 2001, y Aroche, 2001), otros autores han utilizado técni-

CUADRO 3
CLUSTERS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

		Ramas													
Cluster agroalimentario	Grafos	1	12	13	14	15	26	44							
	AF	1	3	12	13	14	15	16	44						
Cluster químico-energético	Grafos	4	5	8	9	10	23								
	AF	4	5	8	9	10	11								
Cluster metal-mecánico	Grafos	24	29	30	31	33	34	35	36						
	AF	6	24	26	29	30	31	36	39						
Cluster de la construcción	Grafos	7	25	27	28	40									
	AF	7	20	25	27	28	33	34	40	54	55				
Cluster de servicios	Grafos	41	42	43	46	48	49	50	51	54	56	57	58	59	64
	AF	32	50	51	53	56	57	59	60	62	63	64	65	66	68
		Papel-edición				Textil-calzado			Madera-muebles						
Mini-clusters	Grafos	2	21	22			17	18	19	20	38				
	AF	2	21	22	38			17	19						
		Transportes				Sanidad									
	Grafos	3	37	45	47										
		Servicios varios				Saneamiento		Servicios recreativos							
	Grafos	52	53	55			61	67							
	AF	49	52			61	67								

NOTAS: AF: análisis factorial.
Negrita = sector clave (Rasmussen).
FUENTE: Elaboración propia.

cas que podríamos considerar afines a los mismos. Distingamos brevemente algunas propuestas.

Los métodos de maximización para la identificación de clusters, basados en el método *filière*, sólo tienen en cuenta la relación más importante de cada rama. El primer cluster provisional se construye mediante la agregación de los sectores vinculados a la mayor transacción intermedia —excluidos autoconsumos—, siendo considerado a partir de entonces como un nuevo sector de la economía. El método continúa buscando el siguiente máximo, agrupando los sectores implicados en un nuevo cluster o sumándolos a uno identificado con anterioridad, y así sucesivamente hasta que se alcance un número de clusters «razonable» o prefijado exógenamente. La técnica, como se ve, es sencilla y operativa pero no carente de inconvenientes comenzando por su simplicidad. Qui-

zás por ello, diferentes propuestas han enfatizado la necesidad, entre otras, de introducir restricciones o filtros que garanticen que el máximo, o máximos, sean significativos, asegurando la importancia de la transacción desde diferentes puntos de vista (comprador, vendedor y para la economía en su conjunto); es la denominada técnica de *máximos con restricciones*. En este sentido, Peeters *et al.* (2001), en un trabajo para la OCDE proponen un procedimiento de máximos con restricciones que puede resumirse en los términos que siguen:

- Se elaboran clusters hacia atrás —*backwards chains*, BC—, hacia delante —*forward chains*, FC— y *megaclusters* o suma de los anteriores. Los clusters se basan en las matrices de ligazones. La elaboración de cada uno de los clusters exige, a su vez, de dos fases sucesivas. Si se empieza por las cadenas hacia atrás, se filtrará en primer lu-

gar la matriz de ligazones de compras de manera que todos sus elementos sean mayores a un filtro prefijado —un valor de 0,15 es el adecuado de acuerdo a su experiencia trabajando con una tabla suiza de 37 ramas correspondiente a 1995—. A continuación, se establecen por columnas los máximos de cada rama transformando la matriz de ligazones original en otra binaria donde los máximos tendrán el valor 1, mientras que el resto de los elementos serán 0. Esta matriz, ya sería útil para elaborar *cluster* hacia atrás, pero de cara a garantizar que los máximos tengan la suficiente entidad se impone una segunda condición en la segunda etapa. En efecto, se propone ahora comprobar que la ligazón horizontal correspondiente a cada uno de los máximos ya elegidos sea también superior a un determinado filtro —0,05—. Esta segunda condición no supondrá más que la eliminación o no consideración de algunos de los máximos anteriores.

- La elaboración de los FC es similar a la descrita, si bien los filtros pueden variar ya que, habitualmente, las ligazones y coeficientes horizontales tienen un valor medio mayor —los autores proponen 0,20 y 0,05 respectivamente—.

- Los *megaclusters* serán por último, y sin más, la suma de los dos *clusters* anteriores.

El método de *descomposición* tiene su antecedente en los trabajos de Simpson y Tsukui (1965) sobre la *triangulación* de la tabla IO, buscando las cadenas de producción más importantes reveladoras de la «estructura fundamental». Consiste en dividir la matriz utilizada en grupos de filas y columnas que no tengan relación, o que ésta sea muy débil, con el resto. La aplicación de un filtro, de restricciones que aseguren que los *clusters* identificados estén basados en los *linkages* más importantes y la posterior reordenación de los bloques resultantes, en un ángulo de la matriz —*triangulación*— en el entorno de la diagonal principal —*diagonalización*¹⁵—, constituyen los

pasos invariables de esta técnica que guarda evidentes conexiones con el método del máximo. Además del estudio arriba mencionado, Czamanski (1974) y Hoen (2002) constituyen aplicaciones de referencia de triangulación y descomposición, respectivamente. Hoen (2002, página 136) selecciona los valores que pertenecen al α % de los mayores valores de Z y transforma el resto de valores en 0. Después, reubica las ramas de forma que compongan bloques o *clusters*. El autor ve claras ventajas en su técnica (Hoen 2000, página 6):

«Puesto que los flujos intermedios que no cumplen la restricción son transformados en cero, los correspondientes coeficientes técnicos, de distribución y de la inversa de Leontief (en gran medida) también son transformados en cero. Así, todas las matrices son diagonalizables y, por ende, el método lleva a la obtención de los mismos clusters sin importar los datos utilizados de partida» (páginas 138-139).

Además de ello, afirma, su método no suministra enormes *clusters*, como tampoco *clusters* muy pequeños, como si ocurre con otras técnicas. Por último, en sus aplicaciones ha obtenido *clusters* similares a lo largo del tiempo —al menos en Holanda—, resultado que no se alcanza con otras técnicas.

Sin embargo, en nuestra opinión, el método es bastante simple y drástico, ya que cuenta con las ventajas apuntadas sólo si se utiliza un filtro elevado —la réplica de su trabajo muestra que trabaja con un α en el entorno del 1 por 100—, lo que conduce a una notable pérdida de información. La elección de un filtro menos exigente es posible, pero entonces el número de *clusters* se multiplica así como el tamaño medio de los mismos, contradiciendo algunas de las ventajas expuestas.

Una propuesta alternativa en el análisis de grafos

La experiencia en la elaboración de *clusters* a través de grafos muestra que pueden idearse diversos procedi-

¹⁵ La estructura resultante reflejaría un bloque diagonal, cuyas submatrices recogen la división de la tabla en *clusters*. Mientras que los bloques fuera de la diagonal estarán constituidos por elementos nulos o con relaciones poco significativas.

ESQUEMA 1		
FILTROS ESTABLECIDOS EN GRAFOS		
1.º filtro General	Matriz Z	$z_{ij} \geq \beta \left(\frac{i'Zi}{n^2} \right)$ siendo $\beta = 0,10$
2.º filtro Identificar <i>clusters</i>	Ligazones intermedios	$\bar{a}_{ij}, \bar{b}_{ij} \geq 0,10$
3.º filtro Describir <i>clusters</i>	Ligazones intermedios	$\bar{a}_{ij}, \bar{b}_{ij} \geq 0,05$
FUENTE: Elaboración propia.		

mientos manteniendo un mayor nivel de exigencia que lo requerido por los métodos hoy predominantes de Peeters *et al.* o de Hoen, ya citados. Para empezar, y en todo caso, parece conveniente tomar dos decisiones previas. La primera trabajar con ligazones y no con coeficientes. La elección no es esencial pero las ligazones se ven menos influenciadas por los cambios de valoración de las tablas y menos alteradas también por la presencia del valor añadido o la demanda final en el denominador de los coeficientes. En segundo lugar, y esto es mucho más importante, asegurar que las ligazones tengan siempre el adecuado respaldo de números absolutos relevantes en la matriz intermedia Z. En efecto, al dividir consumos intermedios sobre el total de consumos —concepto de ligazones— puede ocurrir que el cociente sea muy elevado pero que, al mismo tiempo, el numerador y, sobre todo, el denominador sean irrelevantes, lo cual debería evitarse. Para salvar este problema, basta con filtrar toda la matriz intermedia con un nivel suficientemente alto como para eliminar los números pequeños pero respetando, al tiempo, los restantes. De hecho, a través de este procedimiento se eliminan muchos elementos, porque son muchos también los pequeños números que contiene una tabla, pero el resultado final no pone en cuestión los objetivos que se pretenden, garantizando sin embargo el buscado respaldo a las ligazones.

A partir de aquí, un procedimiento posible de triple restricción puede describirse como sigue (Esquema 1):

- La matriz Z se ha redefinido en una matriz adyacente mediante la sustitución de sus valores en consonancia con un *filtro* (ϕ) previamente definido que permita señalar qué flujos intersectoriales son evaluados como importantes y cuáles no. En nuestro caso, el filtro elegido ha sido la décima parte de la media de Z.

- Se estiman, a continuación, las ligazones, volviendo a establecerse un filtro general de manera que aquellas inferiores a un α se transforman en 0. Las ligazones supervivientes han superado ya dos filtros o condiciones, eligiéndose ahora para elaborar los *clusters* aquellas que coinciden o lo que es lo mismo, aquellas ligazones que son importantes tanto por columnas como por filas. El resto se mantienen ya que ayudan a la descripción, pero no se tienen en cuenta en la elaboración ya que, de otra manera, casi toda la tabla quedaría asociada en un único *megacluster*.

- A efectos de exposición las ligazones aún se dividen en dos grupos: por encima del 20 por 100 y el resto. La primera implica una relación fuertemente conexa, la segunda una relación importante pero más débil. En concreto se indica:

$$A \Rightarrow \bar{a}_{ij} > 0,20; a \Rightarrow \bar{a}_{ij} \leq 0,20;$$

$$D \Rightarrow \bar{b}_{ij} > 0,20; d \Rightarrow \bar{b}_{ij} \leq 0,20$$

- Se adopta el criterio de construir *clusters* aceptando como núcleo de los mismos las relaciones dobles DA, dA, Da y da.

En realidad, aunque pensamos que los *clusters* establecidos son consistentes, ello no impide reconocer que la elección de cualquier otro filtro menos severo llevaría a la inclusión de nuevas ramas en estos *clusters* o, incluso, a la aparición de algún otro agrupamiento nuevo. Por ello, quizás se deberían concebir los *clusters* a modo de círculos concéntricos con un núcleo indiscutible que puede elaborarse, por ejemplo, con un filtro muy exigente dentro de la técnica propuesta, pero sin que por ello se

rechaza la posibilidad de, a partir de éste, poder establecer otros agrupamientos que partirían o se desprenderían del núcleo central. Este planteamiento quedaría justo en las antípodas de lo propuesto por Hoen: *clusters* elementales, indiscutibles y estables en el tiempo; pero parece un planteamiento mucho más realista, mucho más acorde con la compleja realidad. De acuerdo con ello, en nuestro caso, se ha elegido $\alpha = 0,1$ para establecer e identificar los *clusters* mientras que se ha rebajado el filtro a $\alpha = 0,05$ para describirlos y analizarlos¹⁶. Quiere decirse con ello que si con el primero de los filtros, más exigente, se han obtenido dos *clusters* (Cuadro 3): energético y metálico, por ejemplo, éstos se han mantenido independientes aun cuando con el segundo de los filtros, menos exigente, podrían asociarse en un único bloque o aglomerado. De igual forma, el primer filtro muestra la existencia de un *cluster* de silvicultura y papel, mientras que con el segundo aparece otro, directamente relacionado, de madera y muebles. Pues bien, no se han agregado. Éste es el resultado que ahora se presenta en el apartado siguiente.

5. Clusters y sectores claves en la economía española

A efectos de exposición, el análisis de los *clusters* obtenidos a través del método de grafos, similar como se indicó al obtenido por componentes, parece más indicado para describirlos toda vez que muestra el sentido de las relaciones entre las ramas. Se toma así como punto de referencia la diagonalización de los *clusters* recogida en el Gráfico 1.

Un filtro del 5 por 100 —las ligazones inferiores a este umbral se han transformado en cero—, más relajado que el del 10 por 100 que fue útil para la identificación de los *clusters* «ineludibles» o «elementales», permite

la obtención de cinco grandes agrupaciones junto a ocho *microclusters*, meras parejas o tríos de ramas. En la situación original —filtro del 10 por 100— se obtuvieron, por el contrario, once *clusters*, los cinco grandes y sólo seis *microclusters* adicionales y, como cabe esperar, el número de componentes de los grandes *clusters* también fue diferente en relación al filtro empleado.

Los *clusters* más importantes son los que cabe denominar como *agralimentario*, *químico-energético*, de la *construcción*, *metal-mecánico* y, por último, de *servicios intermedios*. Se trata de agrupaciones que son de esperar en cualquier área desarrollada de cierta entidad geográfica, aunque también pueda variar su contenido sectorial de caso a caso. Una y otra vez, ya se empleen grafos ya análisis multivariante, estos *clusters* aparecen de forma constante e ineludible en España, si bien el grado de relación o cohesión entre los tres *clusters* centrales: *químico-energético*, *metal-mecánico* y de la *construcción* puede variar de acuerdo a la tabla elegida, a la técnica utilizada y, desde luego, al filtro implementado.

De esta forma, puede decirse que existe un *cluster agroalimentario* bastante independiente —aunque mantiene importantes lazos con el químico-energético a través de la compra de agroquímicos—, un trío de *clusters* centrales que, a su vez, tienden a agruparse a medida que se suavice el filtro y un *cluster* de *servicios intermedios* con fuertes relaciones entre sí pero también, y no puede ser de otra manera, con todo el resto de agrupaciones y ramas, de manera que, forzosamente, hay que mantenerlo independiente o agruparía a toda la tabla en un único y enorme *megacluster*.

El *cluster agroalimentario* recoge la cadena de producción de alimentos, el origen: agricultura y ganadería, la transformación con la práctica totalidad de la industria alimentaria —a excepción de la rama de tabaco— y el principal destino intermedio de bebidas y alimentos, la rama de hostelería y restauración. Incluye el *cluster* una rama clave bajo los criterios de Rassmussen, el vidrio, pero mantiene tan sólo una relación con la rama de bebidas, por lo cual su situación es tan sólo marginal o satélite respecto al *cluster*.

¹⁶ En nuestra experiencia hemos podido comprobar que utilizar un filtro menor al 5 por 100 hace muy difícil la mera presentación de los resultados y que, en particular, si se baja del 3 por 100 se produce una explosión de relaciones que lleva a la obtención de un único *megacluster*.

GRÁFICO 1

	1	12	3	14	5	26	44	2	21	22	20	38	4	5	8	9	10	23	7	25	27	28	40	17	18	19	
1 Productos de la agricultura, ganadería y caza		DA	Da	DA	Da			d																			
12 Carne y productos cárnicos																											da
13 Productos lácteos y helados																											
14 Alimentos preparados para animales; Otros productos alimenticios		DA																									
15 Bebidas																											
26 Vidrio y productos de vidrio																											
44 Servicios de hostelería																											
2 Productos de la selvicultura, de la explotación forestal y servicios afines																											
21 Pasta de papel, papel y cartón; Artículos de papel y cartón																											
22 Productos de la edición, productos impresos y material grabado																											
20 Madera y corcho y productos de madera y corcho																											
38 Muebles; Otros artículos manufacturados n.c.o.p.																											
4 Antracita, hulla, lignito y turba																											
5 Petróleo crudo ; Gas natural																											
8 Coque, productos de refino de petróleo y combustible nuclear																											
9 Servicios de producción y distribución de electricidad																											
10 Servicios de distribución de combustibles gaseosos																											
23 Productos químicos																											
7 Minerales no metálicos ni energéticos																											
25 Cemento, cal y yeso																											
27 Artículos de cerámica																											
28 Otros productos minerales no metálicos																											
40 Trabajos de construcción general de inmuebles y obras de ingeniería civil																											
17 Productos textiles																											
18 Prendas de vestir; prendas de piel																											
19 Cuero preparado, curtido y acabado																											
24 Productos de caucho; Productos de materias plásticas																											
29 Productos de metalurgia																											
30 Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo																											
31 Maquinaria y equipo mecánico																											
33 Maquinaria y material eléctrico																											
34 Material electrónico; Equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones																											
35 Equipo e instrumentos médico-quirúrgicos, de precisión, óptica y relojería																											
36 Vehículos de motor, remolques y semirremolques																											
3 Pescado y otros productos de la pesca; servicios relacionados con la pesca																											
37 Otro material de transporte																											
45 Servicios de transporte por ferrocarril																											
47 Servicios de transporte marítimo y por vías de navegación interiores																											
41 Servicios de comercio y reparación de vehículos y motocicletas																											
42 Comercio al por mayor e intermediarios																											
43 Servicios de comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos de motor																											
46 Servicios de otros tipos de transporte terrestre																											
48 Servicios de transporte aéreo y espacial																											
49 Otros servicios anexos a los transportes																											
50 Servicios de telecomunicaciones																											
51 Servicios de intermediación financiera																											
54 Servicios inmobiliarios																											
56 Servicios de informática																											
57 Servicios de investigación y desarrollo																											
58 Otros servicios empresariales																											
64 Servicios de Administración Pública, defensa y servicios de seguridad social obligatoria																											
52 Servicios de seguros y planes de pensiones, excepto seguridad social obligatoria																											
53 Servicios auxiliares a la intermediación financiera																											
55 Servicios de alquiler de maquinaria																											
60 Servicios sanitarios y veterinarios de mercado; Servicios sociales de mercado																											
66 Servicios sanitarios y veterinarios de no mercado; Servicios sociales de no mercado																											
61 Servicios de saneamiento público de mercado																											
67 Servicios de saneamiento público de no mercado																											
62 Servicios recreativos, culturales y deportivos de mercado																											
69 Servicios recreativos, culturales y deportivos de no mercado																											
6 Minerales de hierro																											
11 Agua recogida y depurada; servicios de distribución de agua																											
16 Tabaco manufacturado																											
32 Maquinaria de oficina y equipo informático																											
39 Servicios de recuperación de materiales secundarios en bruto																											
59 Servicios de educación de mercado																											
63 Otros servicios personales																											
65 Servicios de educación de no mercado																											
68 Servicios proporcionados por sindicatos; servicios de otros tipos de asociaciones																											
70 Servicios de los hogares que emplean personal doméstico																											

FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 1

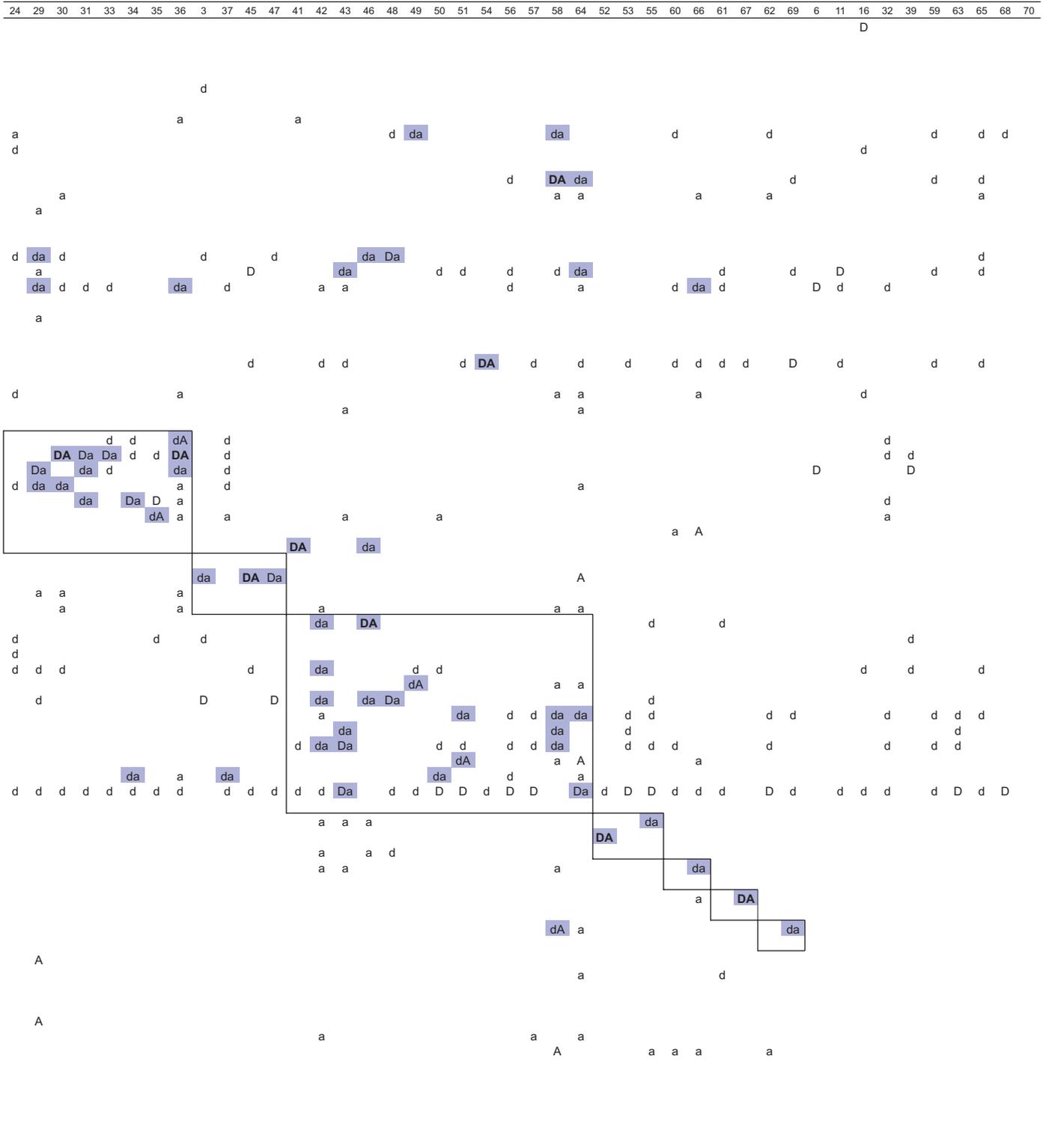
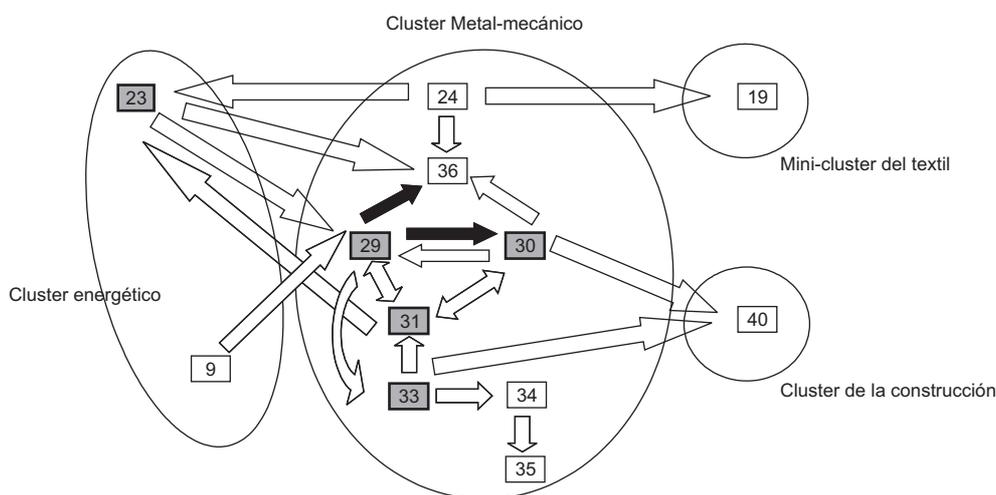


GRÁFICO 2
CLUSTER METAL-MECÁNICO



NOTAS: Flecha con fondo negro: ligazón relevante.
 Sector clave: recuadro con fondo gris.
FUENTE: Elaboración propia.

El *químico-energético*, suministrador de *inputs* esenciales, se ha identificado de manera asilada con el filtro más exigente, pero se vincula ahora con la práctica totalidad de las aglomeraciones. Contiene una rama clave, la química, que mantiene relaciones tanto con otras de actividades del *cluster* —refino y producción de electricidad— como con otras muchas actividades —plásticos, agricultura...— de la tabla. Adquiere al tiempo una importante corriente de *inputs* y por todo ello, cumple muy adecuadamente con su papel «clave».

El *cluster* de la *construcción* recoge básicamente el suministro de materiales a la rama de la construcción. Es la rama, como es sabido, que vende la mayor parte de su producción a la demanda final, a la formación de capital, lo que le impide ser una rama suministradora intermedia destacada, malogrando, al tiempo, su condición de clave pese a su destacada importancia relativa de acuerdo a variadas consideraciones, entre otras su sobresaliente actuación como demandante de abun-

dantes y variados insumos. El *cluster* contiene una rama clave, la 7, minería no metálica, pero su importancia queda matizada por su papel en el *cluster* ya que, si bien mantiene su papel suministrador, no destaca como rama adquirente de *inputs*.

Por su parte, el *cluster metal-mecánico* sobresale tanto por su tamaño relativo, es el segundo mayor tras el de servicios, como por el elevado número de ramas claves que contiene, cuatro. Todas ellas, además, desempeñan adecuadamente el papel comprador y suministrador que corresponde a una rama clave, constituyéndose por todo ello este *cluster* en una asociación esencial o *key-cluster* de la economía española (Gráfico 2).

El último de los *clusters* importantes, el de *servicios intermedios*, es el mayor como se ha indicado, conteniendo asimismo dos ramas claves: anexas a los transportes y servicios financieros. Ambas ramas, además, pueden reafirmarse como claves al ser emisoras y adquirentes con otras, fundamentalmente del mismo *cluster*.

Existen aún otras ramas claves, pero precisamente el análisis *cluster* permite marginarlas o pasarlas a un segundo lugar al comprobarse que se integran en agrupaciones muy pequeñas: alquiler de maquinaria y servicios de saneamiento o incluso en ninguno, el caso del agua. Aún queda un último caso con tres ramas claves derivadas de la silvicultura: madera, papel y la edición. La primera se ubica en un *cluster* con otra única rama, mueble, mientras que silvicultura, papel y edición conforman otra agrupación de sólo tres ramas. El filtro del 5 por 100, más relajado, permitiría agrupar a todas estas ramas en un único conjunto pero, en cualquier caso, sólo la rama del papel se ratificaría como una rama clave sin género de dudas.

En definitiva, la elaboración de *cluster* permite clasificar a las ramas claves pudiendo destacar o refrendar a ocho de ellas: papel, química, metalurgia, metálicas, maquinaria mecánica, maquinaria eléctrica, anexas a transporte y servicios financieros. Las otras nueve, sin embargo, adquieren una importancia menor o, incluso, en algún caso, muy menor, estableciéndose por tanto una útil jerarquía.

Una vez obtenidos los *clusters*, podemos cuantificar el conjunto de conexiones existentes redefiniendo la matriz resultante de la aplicación de los filtros, X , en términos de una matriz de incidencia, donde $(x_i, x_j) \in X$, y $x_{ij} = 1$ si el sector i está relacionado con el sector j en un único sentido (a, A, d ó D); $x_{ij} = 2$ si los sectores (i, j) están relacionados en un doble sentido (DA, Da, dA ó da). Por último, $x_{ij} = 0$ implicaría la inexistencia de relación.

La suma de la fila i -ésima de esta matriz de incidencia constituye el *semigrado exterior* de un sector, $[d^+(x_i)]$, esto es, el número de relaciones que tienen punto de partida en dicho sector i (ventas a otros sectores). La suma de la columna i -ésima establece el *semigrado interior* de un sector x_i , $[d^-(x_i)]$, número de relaciones que tienen como punto final el sector en cuestión (compras intermedias)¹⁷.

¹⁷ Dentro de la terminología de grafos un sector *pozo* es aquel con $d^-(x_i) > 0$ y $d^+(x_i) = 0$, mientras que se estará ante un sector *fuentes* si el valor de su semigrado interior es cero, pero no el del exterior: $d^-(x_i) = 0$ y $d^+(x_i) > 0$.

A la vista de estos indicadores las agrupaciones de servicios, metal-mecánico y energético, son los que cabría catalogar de *clusters claves*. En concreto, destacan los servicios intermedios que se postulan en más ocasiones tanto como «puntos de llegada y salida» como por el volumen de conexiones dentro del *cluster* (Cuadro 4).

6. Conclusiones

El estudio de ligazones intersectoriales entre las ramas de actividad que articulan una economía es una de las tareas más tradicionales del análisis *input-output*. Las primeras propuestas de medición de las relaciones importantes y, por extensión, de las ramas claves, son antiguas y ya clásicas —Chenery y Watanabe, Rasmussen—. Estas propuestas continúan estando vigentes aunque, como la literatura se ha encargado convenientemente de recoger, no están exentas de inconvenientes.

En la primera parte de este trabajo se ha sintetizado dicha literatura a la vez que se han estimado los multiplicadores y ramas claves «clásicas». Pero además de ello, se han evaluado, y con resultados no muy satisfactorios, dos nuevas alternativas: una primera basada en valores propios y otra en los denominados coeficientes importantes (*MIC*). En lo que concierne a la primera, aceptando que sus resultados se aproximan mucho a lo que se obtiene a través de los multiplicadores clásicos, es puesta en cuestión por cuanto no los mejora tal como ha defendido su autor, Dietzenbacher (1992). Hemos indicado que, por una parte, su propuesta equivale tan sólo a utilizar como indicadores de las ligazones de las ramas un concepto muy similar a los clásicos multiplicadores, si bien en vez de sumar columnas o filas de las matrices de coeficientes técnicos (A) y de distribución (B), o alternativamente de las inversas, se sumarían las de A^n o B^n ya que estos sumandos normalizados se aproximan a los valores propios de las matrices. Por otra parte, en la réplica de su trabajo sobre la tabla española se han obtenido resultados muy dispares, sin solucionar, además, el tradicional problema de la concentración de las relaciones de los sectores claves.

CUADRO 4
CONEXIONES DE LOS CLUSTERS

Cluster	Semigrado exterior		Semigrado interior		Grado total	N.º de sectores clave
	D	F	D	F		
Agroalimentario	24	22	24	42	112	1
Energético	18	70	18	42	148	1
Metal-mecánico	36	50	36	45	167	4
Construcción	13	21	13	48	95	1
Servicios intermedios	63	140	63	68	334	2
Papel-edición	4	19	4	17	44	2
Madera-muebles	2	10	2	14	28	1
Textil-calzado	6	11	6	15	38	0
Pesca-transportes	6	17	6	20	49	0
Servicios varios	4	12	4	12	32	1
Sanidad	2	6	2	17	27	0
Saneamiento público	2	1	2	7	12	1

NOTAS: D = dentro del cluster. F = fuera del cluster.
FUENTE: Elaboración propia.

En lo que se refiere al uso de coeficientes técnicos importantes hemos destacado que, aunque se desconozca u olvide, éstos pueden considerarse elementos muy próximos a los coeficientes de distribución b_{ij} más grandes o significativos. Proponemos además la necesidad de añadir una doble selección más rigurosa a los MIC, aceptando tan sólo aquellos convenientemente respaldados por transacciones absolutas importantes — z_{ij} grandes— y que pertenezcan al grupo de los más elásticos — r_{ij} más pequeños— si se les quiere emplear para la localización de relaciones claves. Sin embargo, y por último, esto lleva a contar con un número de ellos demasiado reducido como para poder utilizarlos adecuadamente para tal fin.

Como alternativa a la insatisfacción y limitaciones de los indicadores anteriores se propone en este trabajo relacionar ramas claves y clusters. En efecto, si se considera que un sector clave es el que posee sobresalientes relaciones con el resto, mientras que un cluster no es sino un grupo de actividades con gran interdependencia entre sí, es muy probable que un sector clave pertenez-

ca a algún cluster o, si se prefiere, que un cluster contenga uno o varios sectores claves. Y, en esencia, que el estudio de los sectores claves en el seno de los clusters resulte una buena solución para su correcta evaluación.

La estimación de los clusters en la economía española ha supuesto, no obstante, nuevos retos. Las técnicas a emplear pueden ser distintas —multivariantes o a través de análisis de grafos— aunque con resultados posiblemente semejantes como se ha recogido. Las técnicas multivariantes son, hoy por hoy, el paradigma en la estimación de clusters a través de tablas IO aunque cuentan, en nuestra opinión, con severas limitaciones. Reducen su estudio prácticamente a las ramas manufactureras y eliminan otras para evitar excesivas agrupaciones. Pero, sobre todo, las matrices *input* a las que se aplican las técnicas multivariantes son de muy difícil comprensión y aceptación económica. Se desconoce por esta causa si los clusters identificados son de naturaleza vertical, horizontal o una combinación de ambas, y los resultados son, en definitiva, confusos.

Por nuestra parte, y tras diversas réplicas y ensayos, hemos alcanzado aceptables resultados mediante una matriz *input* más comprensible que las tradicionales ya citadas. En particular, se ha realizado mediante la suma de las ligazones lo que ha llevado a la obtención de cinco importantes *clusters* de la economía española, acompañados de un número adicional de pequeñas agrupaciones.

Por otro lado, la realización de una propuesta original basada en restricciones y exigencias sucesivas ha permitido mediante un análisis de grafos identificar de nuevo los *clusters* anteriores aunque con algunas discrepancias en su composición, explicables por las distintas técnicas empleadas. Sin embargo, la obtención de los *clusters* a través de grafos ha permitido, en nuestra opinión, unos resultados menos discutibles, sometidos a menos restricciones que los obtenidos a través de las técnicas multivariantes, lo que nos ha movido, en definitiva, a su preferente elección.

De los agrupamientos obtenidos han destacado por sus interrelaciones tres: el químico-energético, el metal-mecánico y el de servicios intermedios, que pasan a considerarse *clusters* claves. Pero además, y como se indicó, la elaboración de los *clusters* ha permitido reclasificar a las ramas claves obtenidas previamente de acuerdo a los criterios de Rasmussen, refrendándose a ocho de ellas: papel, química, metalurgia, metálicas, maquinaria mecánica, maquinaria eléctrica, anexas a transporte y servicios financieros. Otras nueve ramas, sin embargo, muestran una importancia menor o, incluso, en algún caso, muy menor, habiéndose establecido por tanto una útil jerarquía entre las actividades claves de la economía española.

Referencias bibliográficas

- [1] ABBOTT, T. A. y ANDREWS, S. H. (1990): *The Classification of Manufacturing Industries: An Input Based Clustering of Activity*, Discussion papers, US Census Bureau, CES 90-7.
- [2] AROCHE-REYES, F. (1996): «Important Coefficients and Structural Change: A Multi-layer Approach», *Economic Systems Research*, 8, 3, 235-246.
- [3] AROCHE-REYES, F. (2001): «The Question of Identifying Industrial Complexes Revisited: A Qualitative Perspective», *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions*, LAHR, M. L. y DIETZENBACHER, E. (eds.), Palgrave Publishers Ltd, Macmillan Press Ltd.
- [4] AROCHE-REYES, F. (2002): «Structural Transformations and Important Coefficients», *Economic System Research*, 14, 3.
- [5] AUGUSZTINOVICS, M. (1970): «Methods of International and Intertemporal Comparison of Structure», *Input-Output Analysis*, 2 volúmenes, CARTER, A. P. y BRODY, A., North Holland Publishing Company Amsterdam-Londres, páginas 249-269.
- [6] BERGMAN, E.; FESER, E. J. y SWEENEY, S. (1996): *Targeting North Carolina Manufacturing: Understanding the State's Economy Through Industrial Cluster Analysis*, Institute for Economic Development, University of North Carolina at Chapel Hill.
- [7] BERGMAN, E. y FESER, E. J. (2000): «National Industry Cluster Templates: A Framework for Applied Regional Cluster Analysis», *Regional Studies*, volumen 34, 1.
- [8] BHARADWAJ, K. R. (1966): «A Note on Structural Interdependence and the Concept of Key Sector», *Kiklos*, volumen 19, número 2, páginas 315-319.
- [9] BLIN, J. y COHEN, C. (1977): «Technological Similarity and Aggregation in Input-Output Systems: A Cluster-Analytic Approach», *Review of Economics and Statistics*, 59.
- [10] BON, R. (1989): *Qualitative Input-output Analysis, Frontiers in Input-Output Analysis*, Oxford University Press, Nueva York.
- [11] BOUCHER, M. (1976): «Some Further Results on the Linkage Hypothesis», *Quarterly Journal of Economics*, volumen 90, número 2, páginas 313-318, MIT Press.
- [12] CABER, B.; CONTRERAS, E. J. y MIRAVETE, E. J. (1991): «Aggregation in Input-Output Tables: How to Select the Best Cluster Linkage», *Economic Systems Research*, 3.
- [13] CAMPBELL, J. (1975): «Application of Graph Theoretic Analysis to Interindustry Relationships», *Regional Science & Urban Economics*, 5, 91-106.
- [14] CELLA, G. (1988): «The Supply-side Approaches to Input-output Analysis: An Assessment», *Ricerca Economica*, volumen 62, número 3, páginas 433-451.
- [15] CHENERY, H. B. y WATANABE, T. (1958): «International Comparison of the Structure of Production», *Econometrica*, volumen XXVI, número 26, páginas 487-521.
- [16] CZAMANSKI, S. (1974), *Study of Clustering of Industries*, Institute of Public Affairs, Dalhousie University, Halifax, Canadá.
- [17] CZAMANSKI, S. (1977): «Needless Complexity in the Identification on Industrial Complexes: A Comment», *Journal of Regional Science*, 17, 3, 455-457.

- [18] CZAMANSKI, S. y ABLAS, L. A. (1979): «Identification of Industrial Clusters and Complexes: A Comparison of Methods and Findings», *Urban Studies*, 16, 61-80.
- [19] DIAMOND, J. (1974): «The Analysis of Structural Constraints in Developing Economies: A Case Study», *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 36, Oxford.
- [20] DIAMOND, J. (1976): «Key Sectors in Some Underdeveloped Countries: A Comment», *Kiklos*, volumen 29, número 4, páginas 762-764.
- [21] DIETZENBACHER, E. (1992): «The Measurement of Interindustry Linkages: Key Sectors in the Netherlands», *Economic Modelling*, 9, 419-437.
- [22] DIETZENBACHER, E. (1997): «In Vindication of the Ghosh Model: A Reinterpretations as a Prize Model», *Journal of Regional Science*, volumen 37, número 4, páginas 629-651.
- [23] DIETZENBACHER, E. (2001): «An Intercountry Decomposition of Output Growth in EC Countries», *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions*, LAHR, M. L. y DIETZENBACHER, E., Palgrave Publishers Ltd, Macmillan Press Ltd., Nueva York.
- [24] DOERINGER, P. B. y TERKLA, D. G. (1995): «Business Strategy and Cross-industry Clusters», *Economic Development Quarterly*, 9, 225-237.
- [25] FORSSELL, O. (1988): «Growth and Changes in the Structure of the Finnish Economy in the 1960s and 1970s», *Input-Output Analysis: Current Developments*, Ciaschini, Maurizio, Chapman and Hall, Londres.
- [26] GHOSH, A. (1958): «Input-Output Approach in an Allocation System», *Economica*, volumen 25, número 97, páginas 58-64.
- [27] GIARRATANI, F. (1976): «Application of an Interindustry Supply Model to Energy Issues», *Environment and Planning A*, 8, páginas 447-454.
- [28] GRUVER, G. W. (1989): «On the Plausibility of the Supply-driven Input-Output Model: A Theoretical Basis for Input-coefficient Change», *Journal of Regional Science*, volumen 29, número 3, páginas 441-450.
- [29] HARRIGAN, F. J. (1982): «The Relationship Between Industrial and Geographical Linkages: A Case Study of the United Kingdom», *Journal of Regional Science*, 22, 1.
- [30] HAZARI, B. R. (1970): «Empirical Identification of Key Sectors in the Indian Economy», *Review of Economics and Statistics*, volumen 52, número 3, páginas 301-305.
- [31] HEWINGS, G. J. D. (1974): «The Effect of Aggregation on the Empirical Identification of Key Sectors in a Regional Economy: A Partial Evaluation of Alternative Techniques», *Environment and Planning*, número 6.
- [32] HIRSCHMAN, A. O. (1958): *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- [33] HOEN, A. (2000): «Three Variations on Identifying Cluster», *National Innovation Systems: Workshops and Meetings of the Focus Group on Clusters*, 8-9 de mayo de 2000, Utrecht, OCDE.
- [34] HOEN, A. (2002): «Identifying Linkages with Cluster Based Methodology», *Economic Systems Research*, 14, 2.
- [35] INE: Tablas *input-output* de la Economía Española de 1995.
- [36] JILEK, J. (1971): «The Selection of the Most Important Coefficients», *Economic Bulletin for Europe*, 23, páginas 86-105.
- [37] JONES, L. P. (1976): «The Measurement of Hirschmanian Linkages», *Quarterly Journal of Economics*, volumen XC, número 2, páginas 323-333.
- [38] LAINESSE, L. y POUSSART, B. (2005): *Méthode de repérage des filières industrielles sur le territoire québécois basée sur les tableaux d'entrées-sorties*, Institut de la statistique du Québec, <http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/savoir/pdf2005/Introduction.pdf>
- [39] LATHAM, W. R. (1976): «Needless Complexity in the Identification on Industrial Complexes», *Journal of Regional Science*, 16, 1, 45-55.
- [40] LATHAM, W. R. (1977): «Needless Complexity in the Identification of Industrial Complexes: A Reply», *Journal of Regional Science*, 17, 3, 459-461.
- [41] LAUMAS, P. S. (1975): «Key Sector in Some Underdeveloped Countries», *Kiklos*, volumen 28, número 1, páginas 62-79.
- [42] LAUMAS, P. S. (1976): «Key Sector in Some Underdeveloped Countries: A Reply», *Kiklos*, volumen 29, número 4, páginas 767-769.
- [43] LAUMAS, P. S. (1976): «The Weighting Problem in Testing the Linkage Hypothesis», *Quarterly Journal of Economics*, volumen XC, número 2, páginas 308-312.
- [44] MCGILVRAY, J. W. (1977): «Linkages, Key Sectors and Development Strategy», *Structure, System and Economic Policy*, LEONTIEF, W. W., Cambridge University Press, Cambridge.
- [45] MORILLAS, A. (1983): *La teoría de grafos en el análisis input-output. La estructura productiva andaluza*, E. Universidad de Málaga.
- [46] O'HUALLACHAIN, B. (1984): «The Identification of Industrial Complexes», *Annals of the Association of American Geographers*, 74, 420-6.
- [47] OOSTERHAVEN, J. (1981): *Interregional Input-Output Analysis and Dutch Policy Problems*, Gower Publishing, Aldershot-Hampshire.
- [48] OOSTERHAVEN, J.; EDING, G. y STELDER, D. (2001): «Cluster, Linkages and Interregional Spillovers: Methodology and Policy Implications for the Two Dutch Mainports and the Rural North», *Regional Studies*, 35, 9, 809-822.
- [49] PEETERS, L.; TIRI, M. y BERWERT, A. (2001): «Identification of Techno-economic Clusters using Input-output Data: Application to Flanders and Switzerland», *Innovative*

Clusters. Drivers of National Innovation Systems, OECD, París, páginas 251-272.

[50] RAO, V. y HARMSTON, F. K. (1979): «Identification of Key Sectors in a Region of a Developed Economy», *Annals of Regional Science*, volumen 13, número 3, páginas 78-90.

[51] RASMUSSEN, N. P. (1956): *Studies in InterSectoral Relations*, North Holland Publishing Company, Amsterdam.

[52] REY, S. J. y MATTHEIS, D. J. (2000): *Identifying Regional Industrial Clusters in California*, California Center for Border and Regional Economic Studies.

http://www.ccbres.sdsu.edu/Community_Outreach/Workshops/workshop11/cluster_analysis.PDF.

[53] RIEDEL, J. (1976): «A Balanced-growth Version of the Linkage Hypothesis: A Comment», *Quarterly Journal of Economics*, XC, 3, 319-321, MIT Press.

[54] ROBLES, L. y SANJUÁN, J. (2005): «Análisis comparativo de las tablas *input-output* en el tiempo», *Revista Estadística Española*, número 158, páginas 143-177.

[55] ROEPKE H.; ADAMS, D. y WISEMAN, R. (1974): «A New Approach to the Identification of Industrial Complexes Using Input-output Data», *Journal of Regional Science*, 14, 15-29.

[56] ROSE, A. Z. y CHEN, CH. (1986): «The Joint Stability of Input-Output Production and Allocation Coefficients», *Modeling and Simulation*, 17.

[57] ROSE, A. Z. y CHEN, CH. (1991): «The Absolute and Relative Joint Stability of Input-Output Production and Allocation Coefficients», *Advances in Input-Output Analysis: Technology, Planning and Development*, Peterson, William Oxford University Press, Nueva York, VIII Conference Input-Output, Sapporo, Japón, 1986, páginas 25-36.

[58] ROSENFELD, S. A. (1997): «Bringing Business Clusters into the Mainstream of Economic Development», *European Planning Studies*, 5, 1, 3-23.

[59] SCHINTKE, J. y STÄGLIN, R. (1985): «Stability of Import Input Coefficients», *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, volumen 251, páginas 129-139.

[60] SCHINTKE, J. y STÄGLIN, R. (1988): «Important Input Coefficients in Market Transactions Tables and Production Flow Tables», *Input-Output Analysis: Current Developments*, Ciaschini, Maurizio, Chapman and Hall, Londres.

[61] SCHNABL, H. (2001): «Structural Development of Germany, Japan and the USA, 1980-90: A Qualitative Analysis using Minimal Flow Analysis (MFA)», LAHR, M. L. y DIETZENBACHER, R. (eds), *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions*, Basingstoke, Palgrave, páginas 245-267.

[62] SCHULTZ, S. y SCHUMACHER, D. (1976): «Key Sectors in Some Underdeveloped Countries: A Comment», *Kiklos*, 29, 4, 765-766.

[63] SEBAL, A. V. (1974): *An Analysis of the Sensitivity of Large Scale Input-Output Models to Parametric Uncertainties*, Center for Advanced Computation, número 122, University of Illinois.

[64] SEKULIC, M. (1968): *Applications for Input-Output Models to the Structural Analysis of the Yugoslav Economy*, Fourth International Conference on Input-Output Techniques, Ginebra.

[65] SHERMAN, J. y MORRISON, W. (1950): «Adjustment of an Inverse Matrix Corresponding», *Annals of Mathematical Statistics*.

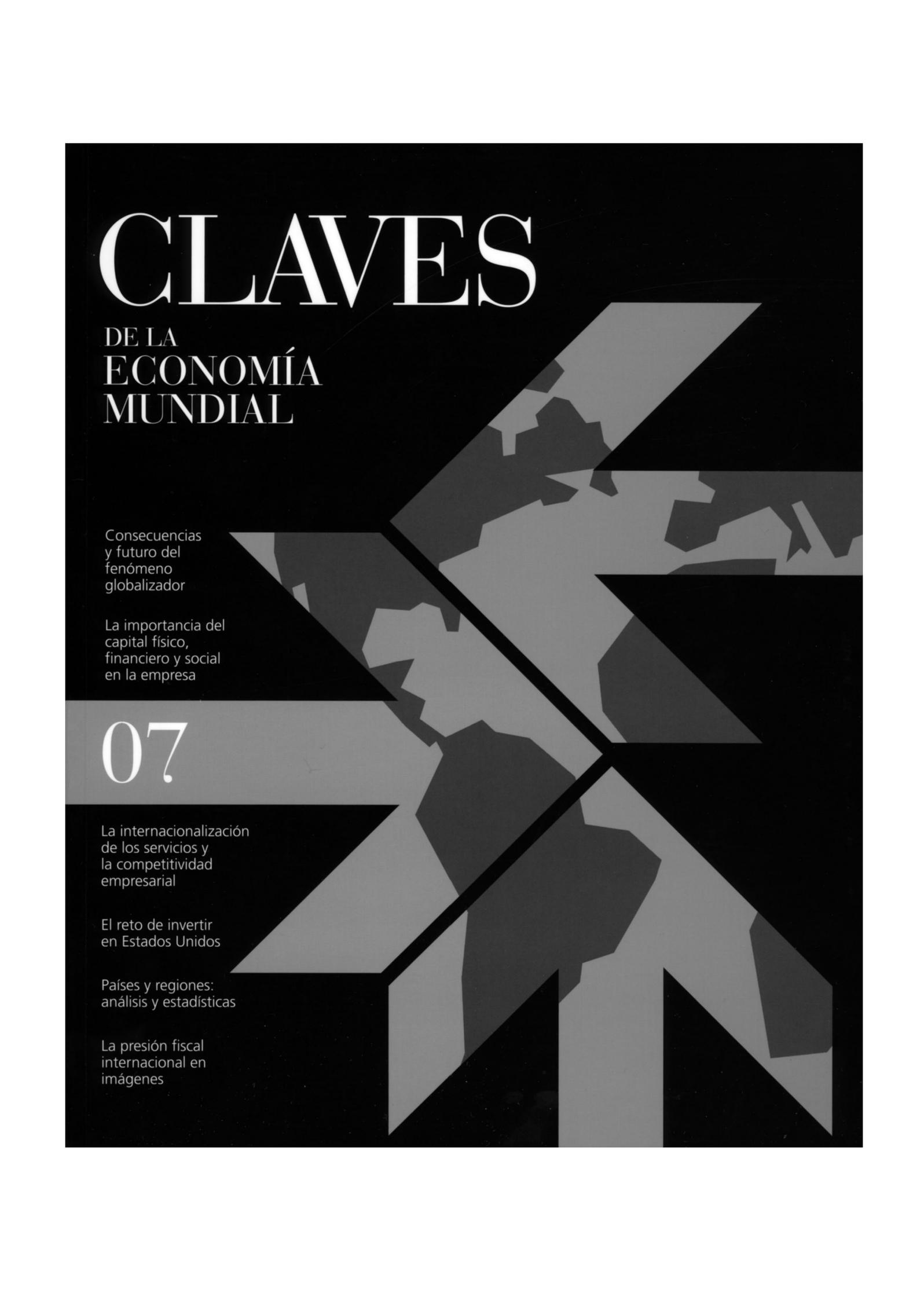
[66] SIMPSON, D. y TSUKUI, J. (1965): «The Fundamental Structure of Input-Output Tables, An International Comparison», *Review of Economics and Statistics*, 48, 4, 434-446.

[67] SLATER, P. B. (1977): «Needless Complexity in the Identification of Industrial Complexes: A Reply», *Journal of Regional Science*, 17, 3, 459-461.

[68] SLATER, P. B. (1977): «The Determination of Groups of Functionally Integrated Industries in the United States Using a 1967 Interindustry Flow Table», *Empirical Economics*, volumen 2, 1, páginas 1-9.

[69] YOTOPOULOS, P. A. y NUGENT, J. B. (1973): «A Balanced Growth Version of the Linkage Hypothesis: A test», *Quarterly Journal of Economics*, volumen 87, número 2, páginas 157-171.

CLAVES

A stylized world map in shades of gray is overlaid on a black background. The map is composed of various geometric shapes and is intersected by a large, bold, black 'X' that spans the entire width and height of the page.

DE LA ECONOMÍA MUNDIAL

Consecuencias
y futuro del
fenómeno
globalizador

La importancia del
capital físico,
financiero y social
en la empresa

07

La internacionalización
de los servicios y
la competitividad
empresarial

El reto de invertir
en Estados Unidos

Países y regiones:
análisis y estadísticas

La presión fiscal
internacional en
imágenes