

Análisis de clusters en Andalucía

Antonio Antúnez Torres¹ y Jesús Sanjuán Solís²

RESUMEN: El análisis de clusters ha llegado a ser un conocido instrumento en la determinación de las innovaciones y el poder competitivo de las economías nacionales y regionales, siendo amplia la variedad de métodos que los investigadores han aplicado en la identificación de los clusters industriales claves. Este trabajo presenta los resultados obtenidos con diferentes metodologías en la identificación de los clusters económicos agregados de Andalucía, “mega-clusters”, utilizando los últimos datos input output disponibles (año 2000). El primer método, basado en la teoría de grafos, clasifica los sectores de acuerdo a la importancia de su mutua dependencia por sus envíos y compras. El segundo, basado en la aplicación de un análisis de componentes principales a la tabla input-output, proporciona clusters conforme a la similitud de las estructuras de compras/ventas intermedias.

Clasificación JEL: .C67, L22, R30.

Palabras clave: Análisis input output, cluster, análisis de componentes principales, teoría de grafos.

Analysis of clusters in Andalusia

ABSTRACT: Cluster analysis has become a popular instrument in determining the innovativeness and competitive power of national and regional economies. A wide variety of methods have been employed by researchers to identify the key industrial clusters in a regional economy. This paper reports the results of practicable methodologies for identifying aggregate economic clusters —so-called “mega-clusters”— in Andalusia, using the last available input output data (year 2000). The first method used, based in graph theory, classifies sectors according to substantial mutual dependency through their deliveries and purchases. The second one, based on the application of principal components to the input-output table, provide clusters according to the similarity of the intermediate purchases and/or the intermediate sales structures.

¹ Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Málaga, E-mail: aantunez@uma.es

² Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Málaga, E-mail: jsanjuan@uma.es

JEL classification: C67, L22, R30.

Key words: Input output analysis, cluster, principal components analysis, graph theory.

1. Introducción

El análisis de clusters no es algo nuevo. Su desarrollo ha sido amplio y no falto de debate, conociendo altibajos en el interés despertado y diferentes denominaciones a lo largo del tiempo. Si bien es posible remontarse hasta Marshall para encontrar el origen del término, fue la noción de *polos de desarrollo* acuñada por Perroux la que provocó un punto de inflexión en su estudio. La búsqueda de una mayor exactitud del término ha dado lugar a una larga y, en ocasiones, estéril polémica. Básicamente han sido tres los elementos barajados: *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 y 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, requieren instrumentos propios de *Economía Regional* o *Geografía Económica* para su fijación. En este sentido, no debe extrañar que la irrupción de quienes comenzaron a emplear tablas I/O 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.

Si Czamanski y Ablas (1979) distinguían entre clusters y complejos industriales en función de que las consideraciones espaciales (localización) quedaran al margen o no, respectivamente, Hoen (2000) subraya la idea de dimensión cuando habla de *microcluster*, empresas o establecimientos, y *mesoclusters* de perímetro sectorial. A su vez, es posible encontrar una distinción adicional en la literatura existente: clusters *horizontales* y *verticales*. Los primeros comparten el mercado de sus productos requiriendo similares inputs, combinados, a su vez, con parecida tecnología. Los verticales, unen establecimientos que se suministran insumos de manera sucesiva y encaenada, conformando cadenas de valor añadido (Rosenfeld, 1997).

En la actualidad, al renovado interés por el análisis de clusters han contribuido trabajos como los de Porter y de algunos miembros destacados de la *New Economic Geography*, como Krugman. Entre todos ellos han popularizado el concepto *cluster* en el ámbito del diseño de políticas regionales, apoyándose en su capacidad para impulsar las externalidades positivas asociadas a la difusión de nuevas tecnologías, conocimientos e innovaciones, piedras angulares del crecimiento económico.

El presente trabajo se centra en la utilidad del análisis de clusters para el estudio de la economía andaluza. La economía de una región es más que la simple suma de las actividades, es resultado de sinergias que aumentan a partir de la interacción de sectores económicos. La rapidez en la difusión de conocimientos y nuevas tecnologías que relacionan divisiones industriales y grupos de productos sugiere que la unidad natural de análisis del desarrollo industrial podría no ser ya el sector individual, presentando al cluster como alternativa viable al tradicional acercamiento sectorial. De ahí la importancia de identificar los principales clusters económicos de Andalucía, hecho que se lleva a cabo mediante la aplicación de procedimientos alternativos —grafos y análisis multivariantes— a la última tabla I/O disponible (TIOAN, 2000), comprobándose la estrecha relación que existe entre los conceptos de linkage y cluster. Clusters regionales que serán importantes en virtud de su capacidad para actuar como catalizadores, movilizandolos competitividad e innovación, atrayendo empresas más competitivas.

2. Identificación de clusters en la economía andaluza mediante la teoría de grafos

Si bien fue Campbell (1974, 1975) uno de los primeros en utilizar la teoría de grafos para identificar los clusters industriales de una economía, más recientemente y con propósitos similares otros autores, como Hauknes (1998), Peeters et al (2001), Oosterhaven *et al.* (2001) y Hoen (2002) han aplicado esta técnica, con diversas variantes, en ámbitos regionales y nacionales. A grandes rasgos, el enfoque de grafos identifica los clusters a partir del examen detallado de la matriz de flujos interindustriales (Z) de una economía de acuerdo con la importancia de las relaciones directas de compra/venta entre los sectores representados en la tabla. Con los vínculos seleccionados se elabora una *matriz adyacente* binaria, donde los “1” indican la existencia de una relación de venta o compra significativa para cada par de sectores y los “0” la ausencia de tales relaciones. A continuación, se traspasa esta matriz a un grafo orientado o dirigido (digrafo) cuyos arcos representan los flujos de bienes y servicios entre sectores. La última etapa consiste en analizar dicho digrafo a fin de establecer la estructura interindustrial de la economía. En consecuencia, un cluster será definido como un grupo de actividades económicas (ramas de la producción) que están estrechamente relacionadas de tal forma que un cambio en alguna de ellas causará un impacto significativo en otras actividades del mismo cluster.

El método aquí propuesto es una combinación de las aportaciones pioneras de Campbell (1974, 1975) y las más recientes de Oosterhaven *et al.* (2001). Como punto de partida y para centrar el estudio en las transacciones interindustriales, se suelen eliminar de la matriz Z las operaciones intrasectoriales y por tanto las entradas de su diagonal principal (z_{ii}) son sustituidas por ceros. En cuanto al tipo de relación o linkage a tener en cuenta se ha optado por los coeficientes técnicos (a_{ij}) y de distribución (b_{ij}), entre otras razones porque las compras y/o ventas a otros sectores pueden ser considerados importantes, no sólo por sí mismas, sino también porque dichas

transacciones representen una proporción considerable sobre el total de sus respectivos inputs y outputs sectoriales. Dado que cada rama de la producción tiene un peso específico en el conjunto de la economía, es necesario, como señalan Oosterhaven *et al.* (2001), hacer una distinción entre el tamaño absoluto de las relaciones entre dos sectores y la importancia relativa de las mismas para cada uno de los sectores involucrados. Una distinción que no es tenida en cuenta por los métodos econométricos de identificación de clusters que tratan con sectores de esencialmente igual peso.

Para determinar qué linkages son suficientemente significativos para ser considerados como contribuyentes potenciales de un cluster, es necesario aplicar ciertos criterios de simplificación para evitar algunos de los problemas que tienen su origen en la incapacidad de un sistema basado en la teoría de grafos a la hora de distinguir entre transacciones de distinta intensidad. Así, ciertos flujos pueden ser eliminados de la matriz Z antes de desarrollar el digrafo, siempre y cuando esto no suponga una excesiva pérdida de información o un alejamiento de los datos originales de la tabla. Para ello, se han considerado dos límites a satisfacer: 1. Un primer umbral hace referencia al tamaño absoluto de las transacciones intermedias entre cada par de sectores (z_{ij}), las cuales deben ser mayores que un factor α que multiplica el valor medio de los flujos de la matriz Z , esto es, $z_{ij} > \alpha \frac{(i' Z i)}{n^2}$ indicativo de la importancia del linkage para

la economía en su conjunto. La elección del valor de α es arbitraria, aunque sujeta a una doble restricción: por una parte, debe ser mayor que 1, para indicar que los valores elegidos están por encima del valor medio, y por otra, debe permitir que la información seleccionada pueda ser resumida y representada gráficamente de forma comprensible. A tal efecto, y mediante un procedimiento de prueba y error se han seleccionado las transacciones intermedias que son al menos 10 veces más grandes que el valor promedio de las mismas. 2. El segundo límite hace referencia al tamaño relativo de los linkages de demanda y oferta. De acuerdo con Campbell (1975), diremos que un linkage de oferta existe si un sector dado i destina $1/n$ o más de su output total a otro sector, esto es, si su coeficiente de output: $b_{ij} \geq \frac{1}{n}, j = 1, \dots, n$. A su vez, un linkage de demanda existe si una rama j utiliza $1/n$ o más de sus inputs procedentes de otro sector, esto es, si su coeficiente técnico es $a_{ij} \geq \frac{1}{n}, i = 1, \dots, n$, donde n es el número de sectores o ramas de la producción representadas en la tabla.

Dos sectores se consideran vinculados si sus linkages de demanda y oferta satisfacen los umbrales establecidos. En nuestro caso, para la TIOAN 2000, desagregada en 86 ramas, dicho límite queda fijado en 0,0116, ($1/86 = 0,0116$), que consideramos suficientemente exigente³.

De entre estos dos filtros a satisfacer, el primero es el de mayor relevancia ya que por sí solo mide la fortaleza de las relaciones interindustriales sin tener en cuenta el

³ Como resultado de los filtros aplicados han sido seleccionadas 225 celdas de la matriz Z (definida en términos interiores y sin operaciones intrasectoriales), de las cuales 99 satisfacen los límites absolutos y relativos, 25 sólo el absoluto y 101 únicamente el umbral relativo. En conjunto, dichas celdas dan cuenta de un volumen de transacciones intermedias por valor de 29.067,4 millones de euros, o lo que es lo mismo, un 65,66% del total de flujos intersectoriales.

tamaño de los sectores involucrados. El segundo criterio, que hace referencia al tamaño relativo de los linkages, es de importancia secundaria en tanto que indica si los linkages en cuestión son o no proporcionalmente significativos para los sectores implicados. Además, y en nuestro caso, puede comprobarse que la mitad de los linkages seleccionados de acuerdo con este segundo criterio se corresponden con celdas que son también importantes por su valor absoluto.

Con las celdas finalmente seleccionadas se construye una matriz binaria adyacente que permite elaborar un digrafo de las relaciones interindustriales de la economía. Los arcos del mismo representan las transacciones de bienes y servicios más relevantes entre los sectores, con las flechas apuntando en el sentido vendedor (suministrador)-comprador (receptor). Un examen del digrafo permite localizar sus principales puntos de articulación a efectos de la determinación de los clusters. Los puntos de articulación son sectores “bisagras” que si se retiran (junto con sus arcos asociados) desconectan o dividen el digrafo en varios conjuntos distintos. Cada uno de estos subconjuntos define a un cluster, quedando finalmente incluidos dichos puntos en el subgrafo (cluster) con el que mantienen mayores vínculos comerciales. No obstante, hay que señalar, como así lo hacen Hauknes (1998) y Oosterhaven et al (2001), que el dibujo final de la *frontera* de un cluster, esto es, qué actividades lo conforman y cuales no, implica casi siempre un cierto grado de arbitrariedad. La tendencia es a establecer la frontera de tal modo que se minimicen los intercambios entre clusters en relación a las transacciones que se dan entre los sectores miembros. De cualquier forma, esto supone en algunos casos hacer un juicio cualitativo con relación al contenido sectorial de los mismos, con el fin de garantizar que éstos sean plausibles desde el punto de vista económico.

Otra cuestión que merece ser resaltada es la exclusión de algunos sectores cuando se desea identificar clusters en una economía mediante esta técnica, en particular de aquellas actividades que compran o venden a un gran número de ramas productivas pero no mantienen fuertes vínculos con ninguna en concreto. Por esta razón, y una vez filtrada la matriz de transacciones intermedias, se han dejado fuera de estudio las ramas de comercio al por mayor, transporte terrestre y correos y comunicaciones⁴. La eliminación de estas tres ramas, a su vez, arrastra a otros cuatro sectores con las que mantienen estrechas relaciones económicas: comercio, mantenimiento y reparación de vehículos, transporte marítimo y aéreo y actividades anexas al transporte. También se ha excluido del análisis el sector de comercio al por menor, en este caso no sólo por sus numerosos vínculos hacia atrás, sino, y sobre todo, porque destina la práctica totalidad de su producción a la demanda final (en un porcentaje que ronda el 99%) por lo que en este sentido intercambia muy poco con otros sectores. En definitiva, estas son las razones por las que se ha considerado conveniente excluir del análisis es-

⁴ El comercio al por mayor tiene vínculos significativos con otras quince (siete hacia delante y ocho hacia atrás). Algo parecido ocurre con transporte terrestre, que vende a once y compra a cinco ramas. Por su parte, correos y comunicaciones tiene intercambios relevantes con otras once (nueve por el lado de las ventas y dos por el de compras). Además, si para valorar la dispersión de sus operaciones se elabora un coeficiente de variación, se observa que dicho estadístico presenta valores relativamente bajos, reflejándose así la poca concentración de dichas transacciones en un número reducido de ramas.

tas ocho ramas de actividad relacionadas con el comercio, transportes y comunicaciones, ya que podrían resultar *nocivas* a la hora de establecer las delimitaciones entre clusters.

En base a los datos de la TIOAN 2000, en términos interiores, el método aplicado conduce a la identificación inicial de tres grandes clusters o *mega-clusters* en la economía andaluza, razonablemente bien definidos:

- Un cluster agroalimentario, integrado por catorce ramas relacionadas con el sistema de producción y consumo alimentaria, desde las puramente agrarias (hortalizas y frutas, vid y olivo, otros cultivos, ganadería y caza), hasta la de restauración (servicios de cafeterías, bares y restaurantes), pasando por la mayoría de las industrias agroalimentarias (cárnica, conservas de frutas y hortalizas, grasas y aceites, lácteas, productos de molinería, productos para la alimentación animal, otros productos alimenticios y tabaco, vinos y alcoholes y cerveza y bebidas no alcohólicas).
- Un cluster de actividades relacionadas con la construcción constituido por diez ramas productivas. Su núcleo se asienta sobre tres actividades (construcción, preparación y acabado de obras y actividades inmobiliarias), abriéndose hacia otras al mantener importantes ligazones con sectores suministradores de materiales y servicios relacionados con su proceso productivo (minerales no metálicos, cemento, productos cerámicos, vidrio y piedra, productos metálicos, maquinaria y material eléctrico y alquiler de maquinaria y equipo)⁵.
- Y en tercer lugar, un cluster fundamentalmente de actividades de servicios, intermedios y finales, tanto de mercado como de no mercado, formado por un total de veintiuna ramas (hostelería, intermediación financiera, seguros, actividades financieras auxiliares, actividades informáticas, jurídicas, servicios técnicos, publicidad, limpieza industrial, otros servicios a las empresas, administración pública, sanidad y servicios sociales de mercado y no mercado, actividades asociativas, cinematográficas, recreativas y personales, entre las de servicios, a las que hay que añadir la industria del papel y edición y artes gráficas).

En segundo lugar, se detectan otros tres clusters de menor significación económica o *mini-clusters*, a su vez, bien delimitados. Cada uno de ellos está constituido por sólo tres sectores y giran en torno a las actividades siguientes: madera-muebles (silvicultura, madera y muebles), actividades relacionadas con la pesca (pesca, conservación de pescados e industria naval) y textil-calzado (textil, confección y cuero y calzado).

Además, se vislumbra una red de actividades en torno al sector energético, la industria química y del metal, sin una clara delimitación entre ellas y que exhiben sustanciales solapamientos con otros clusters. En total son catorce ramas productivas que pueden agruparse en dos clusters o sub-clusters:

- Químico-energético (extracción de productos energéticos, refinado de petróleo, química básica, otros productos químicos, energía eléctrica, gas y agua).

⁵ En el Anexo se ofrece una descripción detallada del cluster de la construcción, identificado según la metodología de grafos.

- Metal-mecánico (caucho y plásticos, metalurgia, maquinaria y equipo mecánico, material electrónico, instrumentos de precisión, otras manufacturas y reciclaje).

Finalmente, algunos sectores no alcanzan a superar los umbrales establecidos debido a que sus intercambios con otras ramas son poco significativos o incluso nulos, por lo que son considerados actividades aisladas. Estos sectores no asignados a ningún cluster específico se corresponden con las actividades de extracción de minerales metálicos, fabricación de máquinas de oficina y equipo informático, de vehículos de motor, de otro material de transporte, investigación y desarrollo, servicios de seguridad, educación de mercado y no mercado, actividades de saneamiento público y personal doméstico.

2.1. Perfiles económicos de los clusters surgidos de grafos

Los perfiles económicos de los clusters identificados son resumidos en el cuadro 1, mostrando sus respectivas participaciones y la del resto de la economía en el output, valor añadido, empleo, demanda final e importaciones. En conjunto, dan cuenta del 73,7% del valor añadido bruto de la economía andaluza en 2000, con casi un 66% procedente de tres clusters, siendo el de servicios quien exhibe comparativamente el porcentaje más alto (27,8%), seguido por la construcción (23%) y a mayor distancia el agroalimentario (15,1%). En términos de output total y demanda final, es el cluster de la construcción el de mayor peso (21-22%) seguido de cerca por los servicios y el agroalimentario. Mayores diferencias se observan en términos de empleo, donde destaca de nuevo el cluster de servicios (26,6%), aunque en este caso la participación de los ocho clusters en el empleo total es sustancialmente más baja, reflejándose de esta forma el uso intensivo de empleo en los sectores relacionados con el comercio y transporte, que al ser excluidos del estudio se incluyen en la rúbrica “resto de la economía”. Los denominados *mini-clusters* no alcanzan en ningún caso una contribución superior al 2% en las magnitudes antes consideradas. Por su parte, los clusters químico-energético y metal-mecánico, con porcentajes máximos del 11,5 y 5,8 % en términos de output, tienen un peso intermedio en el conjunto de la economía regional. No obstante, hay que destacar que dichos clusters están entre los que tienen unos valores relativos más altos de consumos intermedios importados (del resto de España, de la Unión Europea y del resto del mundo), con porcentajes superiores al 50% en el químico-energético, textil y metal-mecánico.

Siguiendo con la caracterización de las agrupaciones industriales detectadas, la elaboración de una matriz de flujos intermedios agregada a nivel de clusters, como la que se presenta en el cuadro 2, puede ser ilustrativa. Mediante la lectura por filas de la misma se recaba información de las entregas (outputs) intermedias intra e inter-cluster en valores absolutos y relativos (primer porcentaje de cada celda), mientras que con la lectura por columnas se nos informa de las compras (inputs) intermedias, también en términos absolutos y relativos (segundo porcentaje de cada celda). Por ejemplo, puede comprobarse que para el cluster agroalimentario un 89% de sus ventas y casi un 55% de sus compras son intracluster, es decir, entre sectores miembros

Cuadro 1

Perfil económico de los clusters (grafos).

	Andalucía 2000 (%)					
	Output	VAB	Df	Empleo	ci	ci (m)
AG	16,46	15,12	18,10	17,60	20,84	28,02
M-M	1,79	1,05	1,45	1,68	1,91	39,75
P	1,09	0,39	1,23	0,72	0,99	40,30
Q-E	11,47	3,86	6,91	1,15	12,13	66,76
C	21,96	23,04	21,21	16,84	26,49	23,71
T	1,62	0,54	1,96	1,09	1,20	60,47
S	18,64	27,83	21,07	26,65	14,55	26,62
Mt-Mec	5,81	1,87	4,52	1,49	5,08	56,37
RE	21,16	26,31	23,54	32,79	16,82	30,88
Total	100	100	100	100	100	

AG: Agroalimentario. M-M: Madera-muebles. P: Pesquero.
 T: Textil. Q-E: Químico-energético. Mt-Mec: Metal-mecánico.
 C: Construcción. S: Servicios. RE: Resto de la economía.
 Df: Demanda final. ci: consumos intermedios.
 ci (m): consumos intermedios importados.

del mismo. A su vez, vende casi un 7% al de servicios y algo más de un 10% de sus compras tiene su origen en el químico-energético.

Dado que el procedimiento de identificación aplicado atribuye a un mismo cluster las actividades con fuertes linkages entre ellas, es normal que los flujos intra-clusters (celdas sombreadas de la diagonal principal) presenten valores y porcentajes más elevados que los flujos inter-clusters (casillas fuera de la diagonal principal). Así ocurre en la mayoría de los casos, con porcentajes claramente superiores al 50% en los clusters agroalimentario y construcción y en torno al 40-50% en servicios, salvo en dos significativas excepciones. La primera está relacionada con el cluster metal-mecánico que presenta fuertes vínculos hacia delante y hacia atrás con la construcción y el químico-energético, respectivamente; la segunda, referida a las relevantes conexiones hacia delante que tiene el cluster químico-energético con el agroalimentario (fundamentalmente por las ventas de productos agroquímicos).

Así mismo, se ha obtenido el denominado *índice de difusión*, de acuerdo con Peeters *et al.* (2001). Para cada cluster, dicho índice se calcula como el logaritmo natural del cociente entre sus entregas y compras intermedias totales. Un valor positivo del índice de difusión indica que el cluster es un oferente neto de bienes y servicios intermedios; un valor negativo expresa justamente lo contrario, esto es, que es un usuario neto de productos intermedios. Si observamos los índices de los clusters de mayor significación económica, podemos interpretar que el agroalimentario es un usuario neto de dichos productos, lo mismo que la construcción pero en bastante menor medida. En cambio, el cluster químico-energético es claramente un oferente neto de bienes y servicios intermedios, igual que el de servicios y el metal-mecánico, aunque estos últimos también en un grado inferior⁶.

Los datos anteriormente comentados de la diagonal principal de la matriz de transacciones intermedias agregada a nivel de clusters (cuadro 2) se constituyen, por lo tanto, en ratios que miden los *vínculos internos* de cada cluster en su doble ángulo:

⁶ Hay que tener presente que en el caso del cluster químico-energético casi el 67% de sus consumos intermedios son importados.

Cuadro 2 Matriz de transacciones intermedias agregada a nivel de clusters y del resto de la economía
Andalucía 2000 (Miles de euros)

	AG	M-M	P	T	Q-E	Mt-Mec	C	S	RE	
AG	5.935.205	3.032	11.385	27.127	20.576	8.418	50.669	460.883	148.292	6.665.587
	89,04%	0,05%	0,17%	0,41%	0,31%	0,13%	0,76%	6,91%	2,22%	100%
	54,82%	0,48%	3,68%	11,21%	0,90%	0,54%	0,38%	6,36%	1,88%	
M-M	45.145	219.392	4.785	157	1.308	2.724	202.686	57.696	33.770	567.663
	7,95%	38,65%	0,84%	0,03%	0,23%	0,48%	35,71%	10,16%	5,95%	100%
	0,42%	34,62%	1,55%	0,06%	0,06%	0,18%	1,53%	0,80%	0,43%	
P	70.204	1	72.515	0	217	0	532	46.126	21.147	210.742
	33,31%	0,00%	34,41%	0,00%	0,10%	0,00%	0,25%	21,89%	10,03%	100%
	0,65%	0,00%	23,44%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,64%	0,27%	
T	7.147	8.612	1.748	35.944	694	470	1.973	29.219	14.206	100.013
	7,15%	8,61%	1,75%	35,94%	0,69%	0,47%	1,97%	29,22%	14,20%	100%
	0,07%	1,36%	0,56%	14,85%	0,03%	0,03%	0,01%	0,40%	0,18%	
Q-E	1.112.991	40.629	46.403	22.775	1.037.758	449.963	947.065	567.027	1.278.272	5.502.883
	10,28%	6,41%	15,00%	9,41%	45,41%	29,13%	7,13%	7,82%	16,19%	100%
	111.178	65.465	33.484	10.080	88.095	285.002	759.419	89.537	209.191	1.651.451
Mt-Mec	6,73%	3,96%	2,03%	0,61%	5,33%	17,26%	45,98%	5,42%	12,67%	100%
	1,03%	10,33%	10,82%	4,17%	3,85%	18,45%	5,72%	1,24%	2,65%	
	923.525	87.357	21.608	26.175	174.516	281.034	7.834.924	1.069.437	1.363.522	11.782.098
C	20,23%	0,74%	0,18%	0,22%	1,48%	2,39%	66,50%	9,08%	11,57%	100%
	8,53%	13,78%	6,98%	10,82%	7,64%	18,19%	58,97%	14,75%	17,27%	
	824.589	61.401	52.214	53.509	373.276	151.430	1.643.610	3.361.120	1.911.021	8.432.170
S	9,78%	0,73%	0,62%	0,63%	4,43%	1,80%	19,49%	39,86%	22,66%	100%
	7,62%	9,69%	16,87%	22,11%	16,33%	9,80%	12,37%	46,36%	24,21%	
	1.796.692	147.903	65.284	66.209	589.096	365.641	1.845.780	1.568.690	2.913.847	9.359.142
RE	19,20%	1,58%	0,70%	0,71%	6,29%	3,91%	19,72%	16,76%	31,13%	100%
	16,60%	23,34%	21,10%	27,36%	25,77%	23,67%	13,89%	21,64%	36,92%	
	10.826.676	633.792	309.426	241.976	2.285.536	1.544.682	13.286.658	7.249.735	7.893.268	
Índice de difusión	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	-0,211	-0,048	-0,167	-0,384	0,382	0,029	-0,052	0,066	0,074	

hacia atrás (compras), $\sum_{i \in F} \sum_{j \in F} z_{ij} / \sum_i \sum_{j \in F} z_{ij}$, y hacia delante (ventas), $\sum_{i \in F} \sum_{j \in F} z_{ij} / \sum_{i \in F} \sum_j z_{ij}$, donde z_{ij} son las ventas intermedias del sector i al sector j indicándose, a su vez, que los sectores i, j forman parte del cluster F (Rey y Mattheis, 2000). Estos mismos autores sugieren la posibilidad de calcular *vínculos externos* mediante índices de poder y sensibilidad de dispersión de cada cluster (Backward y Forward Linkage, BL, FL, respectivamente), como la suma de los valores de dichos índices para cada uno de los sectores que componen el cluster en cuestión ponderados por la importancia de su producción. Indicadores que resultarían ilustrativos de la importancia de cada cluster para el conjunto de la economía⁷. El cuadro 3 refleja el cálculo de estos indicadores para la TIOAN 2000. Así, los clusters agroalimentario, metal-mecánico y construcción resultan “claves” (*key*) para la economía andaluza tanto por el lado de las ventas como de las compras ($FL, BL > 1$). Los clusters de la madera-muebles y pesca son

⁷ Un índice $BL > 1$ revela un incremento por encima de la media en la actividad de la economía regional cuando aumenta la demanda final del cluster en una unidad. Un coeficiente $FL > 1$, pone de manifiesto que el cluster tiene una sensibilidad por encima de la media ante un incremento unitario en las demandas finales de todos los clusters.

“conductores” (*driver*), en la terminología de Rey y Mattheis, ($BL > 1$, $FL < 1$), esto es, un aumento de la demanda interior produce un incremento de la producción procedente del cluster que implica una subida de las compras de insumos, estimulando así el efecto multiplicador en la economía regional. El bloque químico-energético cabría catalogarlo como “catalizador” (*enabler*) con índices hacia delante superior a 1 y hacia atrás menor que la unidad, jugando un destacado papel en el desarrollo económico vía ventas de sus productos a otros muchos sectores⁸. Sin la existencia de estos clusters (*enabler*) el impacto del efecto multiplicador se vería reducido, como consecuencia de las “fugas” en forma de compras fuera de la región. Por último, se encuentran las agrupaciones “débiles” (*weak*) con ambos índices inferiores a 1, reflejando bien la subestimación que sufre el cluster de servicios al no tenerse en cuenta las ventas efectuadas a la demanda final, bien una menor influencia en la actividad económica (textil).

Cuadro 3. Índices de poder y sensibilidad de dispersión

Cluster	AG	M-M	P	T	Q-E	Mt-Mec	C	S	RE
BL	1,126	1,005	1,031	0,895	0,885	1,002	1,079	0,919	0,929
FL	1,075	0,779	0,825	0,736	1,784	1,166	1,274	0,937	1,275
	Key	Driver	Driver	Weak	Enabler	Key	Key	Weak	Enabler

2.2. Matriz Producto de Multiplicadores

La búsqueda de posibles medidas de conexiones sectoriales, tanto en la matriz de coeficientes técnicos como en la inversa de Leontief, se plantea de forma independiente, es decir, analizando la capacidad de influencia hacia atrás y hacia delante por separado. Esta barrera se puede salvar mediante la deducción, a partir de la inversa de Leontief, de una segunda matriz que otorgue igual peso a ambos grupos de relaciones y permita capturar el efecto global, reflejo de la relación de una industria con todas las demás (Guo y Planting, 2000). Se trata de la *Matriz Producto de Multiplicadores* (MPM), medida cuantitativa de la relación existente entre las distintas ramas que abre la posibilidad de evaluar los cambios operados en la estructura económica de un país a lo largo del tiempo o en los *perfiles* de los clusters existentes:

$$MPM = \frac{1}{V} \|k_{i\bullet} \ k_{\bullet j}\| = \frac{1}{V} \begin{pmatrix} k_{1\bullet} \\ k_{2\bullet} \\ \vdots \\ k_{n\bullet} \end{pmatrix} (k_{\bullet 1} \quad k_{\bullet 2} \quad \dots \quad k_{\bullet n})$$

⁸ En esta categoría también se encuentra la agrupación que hemos denominado como Resto de la Economía (RE) que no se abre a muchos comentarios por su carácter poco homogéneo.

siendo k_i y k_j los multiplicadores de expansión uniforme de la demanda y de producción, respectivamente, y V la intensidad global de la matriz inversa de Leontief:

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij}$$
 Es importante recordar el hecho de que, al estar todos los elementos de la MPM divididos por la suma de los multiplicadores, normalizando los valores, las sumas de las filas se corresponden con la cuantía de los multiplicadores hacia delante k_i , mientras que las sumas de las columnas k_j son los multiplicadores hacia atrás⁹.

La principal probidad de esta técnica de análisis input-output descansa en la representación gráfica de las relaciones interindustriales, en el potencial informativo que la visualización de la orografía del “paisaje económico” asociado a dicha imagen, a modo de *terrazas* de diferentes niveles, proporciona. Al depender la configuración relativa de una MPM de los vínculos existentes entre los diferentes sectores, surge la oportunidad de jerarquizarlos en función del alcance de sus ligazones: un elevado valor de MPM en una rama, la altura de su celda, refleja un alcance mayor en las conexiones hacia atrás y hacia delante. Cuanto más alta es la columna más importantes son las relaciones interindustriales, y cuanto más escarpado sea el paisaje mayor variedad en el grado de interrelaciones entre los distintos sectores¹⁰.

No habría inconveniente, a continuación, en realizar una doble ordenación:

- Por una parte, las *columnas*. Se trata de colocar a la izquierda del gráfico, al oeste, las terrazas más altas, las que se multiplicaron por escalares mayores (multiplicador hacia atrás). Éstos se corresponden básicamente con los clusters agroalimentario, de la construcción, pesquero y madera-muebles con valores por encima de la media. Les siguen metal-mecánico, Resto de la Economía, servicios, textil y químico-energético (cuadro 4 y figura 1).
- La segunda ordenación afectaría a las *filas*. Puede colocarse la terraza más alta en la primera fila de la MPM, terraza que habrá sido la multiplicada por el escalar (multiplicador hacia delante) más alto. La segunda cota se encontraría en la segunda fila y así sucesivamente. Terminado este proceso, se vería un paisaje de terrazas descendentes formadas, a su vez, por curvas paralelas. La terraza preeminente se corresponde con el denominado Resto de la Economía (RE), la de superior k_i , mientras que el conjunto de actividades relacionado con la construcción vuelve a ocupar la segunda posición en este escalafón, viniendo a continuación los clusters de servicios, químico-energético, agroalimentario, metal-mecánico, madera-muebles, pesca y textil (cuadro 4 y figura 2).
- Por otro lado, el análisis de la diagonal principal de la MPM arroja evidente interés al reflejar cada elemento de la misma el producto de los multiplicadores (de producción y expansión uniforme de la demanda) de cada cluster, es decir, su arrastre total. La figura 3 ilustra como la diagonal principal del cluster de la construcción sólo se ve superada por el bloque agroalimentario.

⁹ A su vez, la MPM describe la intensidad de primer orden de los impactos económicos de cambios en las entradas individuales en la matriz de inputs directos.

¹⁰ Una figura plana indicaría que todas las industrias (clusters) tienen el mismo rango de interconexiones.

Figura 1

MPM_Matriz de clusters. tíoan 2000
(ordenación por columnas)

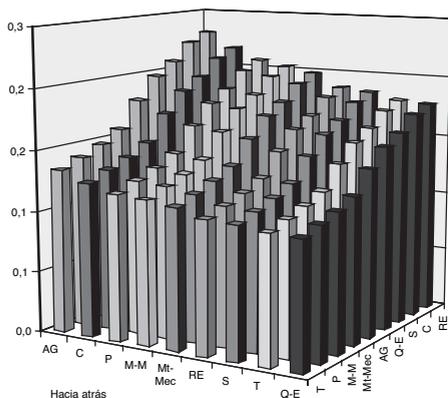


Figura 2

MPM Matriz de clusters. tíoan 2000
(ordenación por filas)

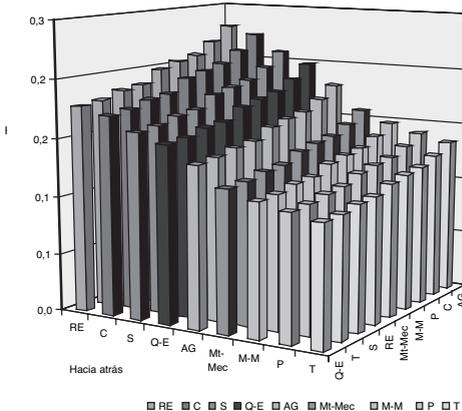
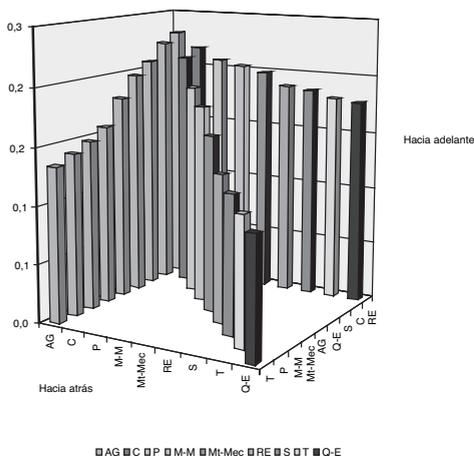


Figura 3

MPM_Fila RE, columna AG y diagonal principal. tíoan 2000
(ordenación por columnas)



Cuadro 4

	μ		ω
AG	1,618	RE	1,787
C	1,525	C	1,728
P	1,454	S	1,610
M-M	1,426	Q-E	1,531
Mt-Mec	1,393	AG	1,390
RE	1,315	Mt-Mec	1,218
S	1,300	M-M	1,145
T	1,263	P	1,092
Q-E	1,248	T	1,040

μ : multiplicador hacia atrás de Rasmussen (suma de la columna de la MPM)
 ω : multiplicador hacia adelante de Rasmussen. (suma de la fila de la MPM)

Fuente: IEA. Elaboración propia.

3. Obtención de clusters a través de componentes principales

Como alternativa a los clusters vía grafos, este epígrafe plantea una aplicación factorial de análisis de componentes principales (AF/CP). Se pretende reducir un gran número de variables a una cifra menor –factores o componentes– que siga reflejando, sin embargo, la estructura original de interrelaciones (correlaciones), explicando ha-

bitualmente la mayor parte de la varianza observada. Su aplicación a la TIOAN 2000 ha requerido decisiones de diversa índole:

- Selección de las ramas a estudiar. Se han eliminado, en primer lugar, aquellos sectores que *sirven* a un gran número de ramas pero de forma muy dispersa, esto es, sin concentrar sus relaciones en unas pocas, dificultando una lectura acertada de los vínculos sectoriales. Es el caso de las ramas de energía eléctrica y comercio al por mayor, que suministran cantidades significativas de inputs a otras cuarenta y nueve y cuarenta y tres ramas, respectivamente¹¹. Si bien, inicialmente, sus coeficientes de variación son superiores al 100%, si no se tienen en cuenta las dos mayores transacciones en la primera rama y la mayor en la segunda, los valores de dichos coeficientes caen por debajo de este umbral en ambos casos. También se ha excluido del análisis la rama de productos de caucho y materias plásticas, con ventas muy diseminadas a otras veinte, como se pone de manifiesto por su reducido coeficiente de variación (69%). Por otra parte, se ha considerado conveniente excluir del estudio a las ramas de muebles y comercio al por menor porque abastecen en primer lugar y sobre todo a la demanda final, en porcentajes en torno al 96 y 99%, respectivamente. Finalmente, la rama de hogares que emplean personal doméstico tampoco se ha incluido por la ausencia de intercambios con otras ramas.
- Estandarización o normalización de la matriz de flujos intersectoriales, Z , corrigiendo el problema del diferente tamaño o escala en las ramas. Para ello, se han elaborado matrices de ligazones hacia atrás, \bar{A} , y hacia delante, \bar{B} , esto es,

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

- Definición de la *matriz input* sobre la que aplicar la técnica factorial. La *matriz suma de ligazones intermedias*, \bar{R} , ha sido el algoritmo elegido en este trabajo, indicador de la intensidad del flujo entre sectores considerados como consumidores y proveedores: $\bar{r}_{ij} = \bar{a}_{ij} + \bar{b}_{ij}$.
- Con la extracción de los factores o componentes, y rotados —método *varimax*—, el análisis factorial culmina estableciendo los clusters. Cada rama posee una correlación con los grupos extraídos, lo que permite una asignación en función de su carga más significativa, pero también, de manera simultánea, con algún otro cluster con quien posea una relación destacada. De ahí, la necesidad de fijar una relación mínima que permita efectuar las vinculaciones con las debidas garantías: un umbral de 0,4 que no elimine demasiados sectores, en la línea seguida por ÖhUallacháin (1984), manteniendo cierta flexibilidad a la hora de interpretar las cargas factoriales y asignar los miembros de cada cluster. Varios son los hechos a considerar:
 - Se identifican seis clusters (agroalimentario, energético, construcción y materiales afines, metal-mecánico, actividades relacionadas con el transporte y servicios), así como un horizonte de parejas, tríos o *mini-clusters*: publicidad,

¹¹ A estos efectos, sólo se han contabilizado las operaciones que superan el 50% del valor medio de las celdas no nulas de la matriz de transacciones intermedias.

papel y silvicultura; productos textiles con cuero y calzado; actividades cinematográficas y edición; transporte terrestre, marítimo y aéreo y, por último, I+D con construcción y reparación naval.

- El cluster agroalimentario se encuentra muy desglosado. Al bloque dominante de hortalizas y frutas, pesca, cárnica, conservación de pescados, lácteas, tabaco, vinos y alcoholes, cerveza y bebidas no alcohólicas se les une una serie de ramas básicamente asociadas en parejas a través de un auténtico entramado de segundas cargas factoriales: otros cultivos y servicios agrarios, vid y olivo; conservación de frutas y hortalizas con grasas y aceites; molinería y productos para la alimentación animal y, finalmente, ganadería junto con los servicios de cafeterías, bares y restaurantes. En definitiva, dieciséis ramas que recorren toda la cadena alimenticia: desde el origen —producción agraria, ganadera y pesquera— pasando por su industria manufacturera —cárnicas, lácteas, bebidas, conservas,...— hasta llegar a los servicios representados por la actividad de cafeterías, bares. Sólo faltaría hostelería asignada a los servicios, aunque con dos conexiones con el cluster vía cafeterías, bares y restauración.
- En segundo lugar, aparece una entidad energética constituida por cinco sectores. Al bloque inicial claramente conectado —productos energéticos, química básica, gas y agua— se les une otros productos químicos a través de sus lazos con la producción y distribución de gas.
- El cluster de la actividad constructora gira entorno a sus materiales y servicios afines. Está constituido por doce ramas distribuidas en dos grandes bloques. Por un lado, minería no metálica, madera, cemento, cerámica, vidrio y piedra, preparación, instalación y acabado de obras, alquiler de maquinaria, servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; y por otro, maquinaria y material eléctrico, material electrónico, construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil y las actividades inmobiliarias. En esencia, dos conjuntos con destacadas conexiones internas pero también ligados entre sí vía segundas y terceras cargas factoriales.
- El cluster metal-mecánico inicialmente compuesto por minerales metálicos, productos metálicos, maquinaria y equipo mecánico, otras industrias manufactureras y servicios de recuperación, recibe la presencia de metalurgia —conectada con reciclaje y maquinaria, equipo mecánico— y de vehículos de motor.
- La antedicha asociación de fabricación de vehículos de motor permite conectar el cluster metal-mecánico con un bloque de actividades relacionadas con transportes: refinado de petróleo, otro material de transporte, comercio y mantenimiento de vehículos y actividades anexas al transporte. Se trata de un agregado más difícil de definir como entidad propia y que podría encontrar su ubicación final bien con el metal-mecánico o en el energético.
- Por último, emerge un horizonte misceláneo de servicios intermedios, finales, destinados o no al mercado: hostelería, correos, intermediación financiera y auxiliares, seguros, informática, maquinaria de oficina, actividades jurídicas y contables, investigación y seguridad, limpieza, otros servicios a las empresas, AAPP, educación y sanitarias (de mercado o no), saneamiento público,

asociativas, recreativas, servicios personales y sociales de no mercado. En total veintiuna actividades terciarias.

- La mayoría de las actividades económicas se encuentran interrelacionadas y de ahí la necesidad de introducir límites subjetivos de interrelación. Máxime cuando el AF/CP puede relacionar a un mismo sector con diferentes agrupaciones, como por ejemplo ocurre con varios componentes del cluster energético (agua y química básica) con indiscutibles conexiones con el agroalimentario, pero también refino de petróleo adscrito al entramado de transportes tiene lazos con el energético o, por último, los servicios técnicos de arquitectura e ingeniería y el alquiler de maquinaria actividades agregadas al conglomerado de la construcción que mantienen evidentes relaciones con el bloque de servicios.
- En definitiva, vínculos entre actores de diferentes bloques, que llevan finalmente a clusters indudablemente conectados y a que se pueda hablar en nuestro caso, por ejemplo, de un *mega-cluster* de la actividad constructora y metal mecánico, e incluso en una hipotética agregación final cabría añadir la actividad energética, cargas factoriales de importante peso así lo señalan. Hecho este que, en nuestra opinión, no debe ser visto como un inconveniente sino como un adecuado reflejo de la realidad.

3.1. Rasgos económicos de los clusters identificados con AF/CP

Al igual que se hizo en el apartado de grafos, este subepígrafe recoge los perfiles económicos de los clusters identificados vía AF/CP. Si en conjunto explican cerca del 87% del VAB andaluz de 2000, sólo tres clusters —agroalimentario, construcción y servicios— deciden cerca de tres cuartas partes del mismo. Si se compara con grafos, y fuera de lo que son las diferencias propias de la distinta composición sectorial de los cinco principales clusters, no hay cambios significativos en lo que respecta a la agrupación que en cada caso encabeza las cuatro primeras magnitudes referidas (output, VAB, Df, empleo y ci), sólo la aparición del cluster de actividades relacionadas con el transporte liderando el porcentaje de consumos intermedios de origen importado representa una variante digna de mención (cuadro 5).

Cuadro 5

Perfil económico de los clusters (AF/CP).
Andalucía 2000 (%)

	Output	VAB	Df	Empleo	ci	ci (m)
AG	17,22	15,38	19,01	17,97	21,23	28,20
Q-E	6,97	1,97	3,46	0,86	3,91	45,59
Mt-Mec	7,74	2,46	6,68	2,69	6,41	55,63
C	23,12	23,55	22,23	16,66	26,83	23,22
Act TP	6,71	3,90	6,04	3,46	10,55	69,04
S	20,49	34,44	25,21	32,88	13,78	26,32
S-P-Pb	1,80	0,98	0,60	0,65	1,59	33,79
Tx-Cz	0,85	0,18	0,83	0,38	0,41	50,93
Ed-Cn	0,91	0,67	0,77	0,73	1,02	33,79
N_I+D	0,43	0,26	0,36	0,45	0,65	40,78
TP	2,97	2,89	1,63	3,13	3,64	26,99
RE	10,79	13,34	13,20	20,13	9,99	32,23
Total	100	100	100	100	100	

AG: Agroalimentario. Q-E: Químico-energético. Mt-Mec: Metal-mecánico.
C: Construcción. Act TP: actividades relacionadas con el transporte.
S: Servicios. S-P-Pb: Silvicultura-papel-publicidad. Tx-Cz: Textil y calzado.
Ed-Cn: Edición-Cine. N_I+G: Naval_I+D. TP: Transportes.
RE: Resto de la economía.
VAB: Valor Añadido Bruto a precios básicos.
Df: Demanda final. ci: consumos intermedios.
ci (m): consumos intermedios importados.

El cuadro 6 recoge la matriz de los clusters resultantes de esta aplicación factorial, de la lectura de su diagonal principal se observa como los clusters con fuertes vínculos internos presentan mayores valores y porcentajes en la misma que fuera de ella (agroalimentario y construcción con porcentajes notoriamente superiores al 50% y servicios en torno al 40%). El cluster metal-mecánico, por su parte, tiene vínculos internos hacia atrás más fuertes que hacia delante, al ser un importante suministrador de inputs de la construcción, mientras que el químico-energético, actividades relacionadas con el transporte y las agrupaciones en mini-clusters, destacan como clientes o proveedores de los demás bloques, lo que explicaría sus débiles vinculaciones internas.

Cuadro 6

Matriz de transacciones intermedias agregada a nivel de clusters y del resto de la economía Andalucía, 2000. (Miles de euros)

	AG	Q-E	Mt-Mec	C	Act TP	S	S-P-PB	Tx-Cz	Ed-Cn	N I+D	TP	RE	
AG	6.062.793 89,13% 55,04%	15.409 0,23% 1,17%	9.341 0,14% 0,46%	58.424 0,86% 0,44%	12.519 0,18% 0,69%	483.016 7,10% 7,10%	8.208 0,12% 1,28%	17.426 0,26% 20,57%	4.123 0,06% 2,57%	3.750 0,06% 1,50%	30.623 0,45% 1,50%	96.303 1,42% 2,05%	6.801.935 100%
Q-E	567.822 32,40% 5,16%	166.502 9,50% 12,67%	183.429 2,75% 9,10%	239.483 3,66% 13,66% 1,79%	76.500 1,12% 4,20%	203.337 3,02% 2,99%	19.556 0,29% 3,05%	7.220 0,11% 8,52%	15.499 0,23% 4,37%	10.063 0,15% 6,88%	14.935 0,22% 0,73%	248.297 0,37% 5,30%	1.752.643 100%
Mt-Mec	89.314 3,25% 0,81%	30.664 1,12% 2,33%	817.024 12,22% 40,52%	1.181.231 17,82% 8,85%	259.638 3,85% 14,25%	83.007 1,24% 1,22%	12.647 0,19% 1,97%	6.479 0,09% 7,65%	4.252 0,06% 1,20%	42.331 0,63% 28,95%	28.124 0,42% 1,38%	191.920 0,28% 4,09%	2.746.631 100%
C	916.151 8,02% 8,32%	141.301 1,24% 10,75%	192.009 1,68% 9,52%	7.427.254 108,22% 55,62%	187.452 1,64% 10,29%	1.241.609 18,46% 18,26%	35.577 0,31% 5,56%	4.451 0,04% 5,25%	47.951 0,42% 13,52%	13.634 0,12% 9,33%	154.238 1,35% 7,57%	1.067.155 9,34% 22,76%	11.428.782 100%
Act TP	433.052 10,55% 3,93%	278.159 6,78% 21,17%	165.255 4,03% 8,20%	798.130 19,44% 5,98%	189.241 4,61% 10,39%	257.340 6,27% 3,78%	18.946 0,46% 2,96%	2.701 0,07% 3,19%	6.525 0,16% 1,84%	4.206 0,10% 2,88%	1.336.047 32,55% 65,60%	615.513 14,99% 13,13%	4.105.115 100%
S	817.807 9,67% 7,42%	194.095 2,30% 14,77%	188.067 2,22% 9,33%	1.878.148 22,21% 14,06%	449.143 5,31% 24,66%	3.123.635 36,94% 45,93%	175.686 2,08% 27,44%	14.172 0,17% 16,73%	117.255 1,39% 33,07%	46.771 0,55% 31,99%	322.916 3,82% 15,85%	1.128.990 13,35% 24,08%	8.456.685 100%
S-P-PB	188.582 15,37% 1,71%	29.913 2,44% 2,28%	19.974 1,63% 0,99%	164.927 13,44% 1,24%	59.968 4,89% 3,29%	315.360 25,70% 4,64%	17.724 1,44% 2,77%	2.142 0,17% 2,53%	82.501 6,72% 23,27%	5.238 0,43% 3,58%	30.828 2,51% 1,51%	310.155 25,27% 6,61%	1.227.312 100%
Tx-Cz	2.923 5,45% 0,03%	3 0,01% 0,00%	238 0,44% 0,01%	365 0,68% 0,00%	91 0,17% 0,00%	4.053 7,56% 0,06%	471 0,88% 0,07%	1.221 2,28% 1,44%	1 0,00% 0,00%	123 0,23% 0,08%	31 0,06% 0,00%	44.081 82,24% 0,94%	53.601 100%
Ed-Cn	2.421 0,57% 0,02%	1.364 0,32% 0,10%	761 0,18% 0,04%	22.320 5,28% 0,17%	3.293 0,78% 0,18%	112.012 26,49% 1,65%	268.165 63,43% 41,88%	101 0,02% 0,12%	4.634 1,10% 1,31%	1.737 0,41% 1,19%	710 0,17% 0,03%	5.261 1,24% 0,11%	422.779 100%
N I+D	26.791 17,10% 0,24%	3.028 1,93% 0,23%	1.060 0,68% 0,05%	6.414 4,09% 0,05%	4.893 3,12% 0,27%	90.748 57,91% 1,33%	83 0,05% 0,01%	83 0,05% 0,10%	301 0,19% 0,08%	1.912 1,22% 1,31%	18.699 11,93% 1,31%	2.687 1,71% 0,92%	156.699 100%
TP	384.171 11,47% 3,49%	217.713 6,50% 16,57%	232.490 6,94% 11,53%	1.162.073 34,70% 8,70%	423.048 12,63% 23,22%	209.382 6,25% 3,08%	58.640 1,75% 9,16%	10.594 0,32% 12,51%	31.551 0,94% 8,90%	7.202 0,22% 4,93%	16.637 0,50% 8,82%	595.098 17,77% 12,69%	3.348.599 100%
RE	1.522.444 40,37% 13,82%	235.786 6,25% 17,95%	206.825 5,48% 10,26%	414.757 11,00% 3,11%	155.912 4,13% 8,56%	677.058 17,95% 9,96%	24.654 0,65% 3,85%	18.112 0,48% 21,38%	40.000 1,06% 11,28%	9.230 0,24% 6,31%	82.961 2,20% 4,07%	383.229 10,16% 8,17%	3.770.968 100%
	11.014.271 100%	1.313.937 100%	2.016.473 100%	13.353.526 100%	1.821.698 100%	6.800.557 100%	640.357 100%	84.702 100%	354.593 100%	146.197 100%	2.036.749 100%	4.688.689 100%	
Índice de difusión	-0,209	0,125	0,134	-0,068	0,353	0,095	0,283	-0,199	0,076	0,030	0,216	-0,095	

En cuanto a los *vínculos externos* (cuadro 7), la interpretación conjunta de los índices de poder y sensibilidad de dispersión permite clasificar los clusters según su diferente *naturaleza*. Así, el agroalimentario, metal-mecánico, construcción y dos mini-clusters (silvicultura-papel-publicidad y transporte) resultan “claves” (*key*) para la economía andaluza provocando efectos de arrastre superiores a la media tanto sobre otros clusters como de otros sobre él ($BL, FL > 1$). El bloque químico-energético y actividades relacionadas con el transporte se erigen en “catalizadores”, estratégicos

para la economía regional, concentrándose un mayor efecto sobre los mismos ante iguales incrementos. Ningún cluster, por otro lado, resulta como “conductor” (*driver*), impulsor del crecimiento al producir mayores efectos sobre la economía que los centrados en él, si bien es cierto que el minicluster edición y cine está muy cerca de tal consideración. Por último, se encuentran las agrupaciones “débiles” (*weak*) —servicios, textil y calzado y la, ya comentada, edición y cine— que no provocan arrastres significativos en el resto de la economía ni tampoco sobre ellos se centra ningún tipo de efecto.

Cuadro 7. Índices de poder y sensibilidad de dispersión

Cluster	AG	Q-E	Mt-Mec	C	Act TP	S	S-P-Pb	Tx-Cz	Ed-Cn	N I+D	TP	RE
BL	1,124	0,992	1,008	1,038	0,866	0,880	1,047	0,914	0,999	0,960	1,061	0,953
FL	1,070	1,144	1,240	1,210	1,724	0,938	1,082	0,735	0,970	0,798	2,584	1,087
	Key	Enabler	Key	Key	Enabler	Weak	Key	Weak	Weak	Weak	Key	Enabler

La parte inferior del cuadro 6 recoge, asimismo, el valor del *índice de difusión*. Centrándonos en los clusters de mayor significación económica, cabría interpretar el agroalimentario y la construcción como usuarios netos de insumos intermedios, este último en menor grado; mientras que la agrupación de actividades relacionadas con el transporte se muestra claramente como oferente neto de bienes y servicios intermedios. En esta misma orientación, aunque menos acentuada, se encuentran los clusters químico-energético, metal-mecánico y servicios.

4. Un enfoque de consenso aplicado a la TIOAN 2000

Lo cierto es que, dada la complejidad de las relaciones intersectoriales de una economía, no existe unanimidad sobre alguna metodología en concreto que pueda considerarse como definitiva a la hora de identificar clusters. Y es en este ámbito donde debe ubicarse la apuesta de Rey y Mattheis (2000) con su *consensus clustering*, enfoque ecléctico que intenta integrar las complementariedades existentes entre diferentes métodos de identificación multivariante a partir de los resultados de numerosas aplicaciones del análisis de componentes principales y del análisis de conglomerados y, de esta forma, reagrupar los sectores bajo distintos ángulos económicos. El procedimiento se fundamenta en la extensión de la noción de consenso por pares de sectores a un mismo cluster a lo largo de diversas técnicas de fijación —sectores consistentemente vinculados, en base a múltiples dimensiones. La puesta en práctica de esta alternativa a la TIOAN 2000 ha tenido como referencia el trabajo de Lainesse y Pousart (2005)¹², integrando en nuestro caso los resultados de cuatro aplicaciones del análisis de componentes principales, proceso que se ha desarrollado en varias fases (figura 4):

¹² Dichos autores aplican el análisis de componentes principales con el fin de obtener dos conjuntos de clusters: uno basado en ligazones de compras y otro en ligazones de ventas.

- La primera etapa tiene como punto de partida la obtención de clusters a partir del análisis de componentes principales utilizando diferentes algoritmos que han dado lugar a que se imputen cuatro matrices: ligazones de compras y de ventas por separado (\bar{A} , \bar{B}), la suma de estas ligazones (\bar{R}) y una matriz de proporciones T que considere el grado de linkage entre cada par de sectores (i , j), revelando en qué medida las compras y ventas intermedias totales vienen determinadas por los flujos entre esa pareja de ramas.

Matrices imputadas

<p>Matriz ligazones de compras, \bar{A}:</p> $\bar{a}_{ij} = z_{ij} / \sum_{j=1}^n z_{ij}$	<p>Matriz suma de ligazones, \bar{R}:</p> $\bar{r}_{ij} = \bar{a}_{ij} + \bar{b}_{ij} = z_{ij} / \sum_{j=1}^n z_{ij} + z_{ij} / \sum_{i=1}^n z_{ij}$
<p>Matriz ligazones de ventas, \bar{B}:</p> $\bar{b}_{ij} = z_{ij} / \sum_{i=1}^n z_{ij}$	<p>Matriz T de proporciones:</p> $t_{ij} = t_{ji} = \frac{z_{ij} + z_{ji}}{\sum_{j=1}^n z_{ji} + \sum_{i=1}^n z_{ij} + \sum_{j=1}^n z_{ij} + \sum_{i=1}^n z_{ji}}$

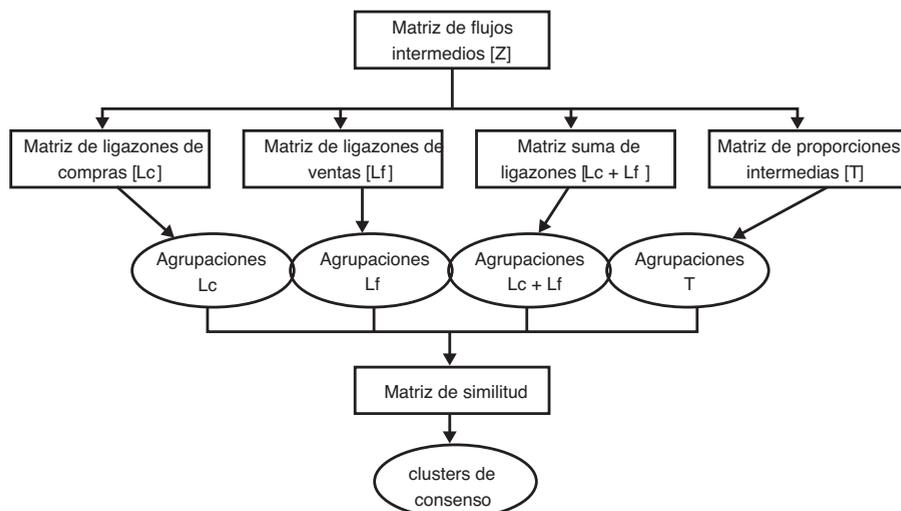
A partir de los resultados alcanzados con estas cuatro aplicaciones se ha elaborado, en lo que sería ya una segunda etapa, una matriz de similitud o de distancias. Se trata de una matriz simétrica (86×86) que contiene elementos representativos de la similitud o cercanía relativa de cada par de sectores, reflejando la propensión de cada rama a situarse en un cluster de acuerdo a la diferente gama de matrices estandarizadas. Formalmente, sea M las aplicaciones realizadas, esto es, el número de matrices imputadas, tal que ($m = 1, 2, \dots, M$), $\varphi_{ij}^m = 1 \Rightarrow$ los sectores i y j están unidos en un mismo cluster por la aplicación m , y $\varphi_{ij}^m = 0$ en los demás casos. A partir de aquí, la matriz de similitud S puede definirse como: $S_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \varphi_{ij}^m$. A continuación, y dentro del entorno SPSS, se lleva a cabo un análisis de conglomerados¹³ con la matriz de distancias previamente obtenida, construyendo el agrupamiento jerárquico de los sectores en base a sus similitudes, lo que implica ordenar los sectores en distintos niveles de manera que los de ámbito superior contengan a los inferiores. El criterio seguido para definir las distancias ha sido el método Ward¹⁴.

¹³ A diferencia del análisis factorial, la aplicación de esta técnica de análisis de datos multivariantes ha sido mucho más limitada en este campo. Caben citar a Blin y Cohen (1977), Abbott y Andrews (1990) y Caber *et al.* (1991), si bien sus trabajos no se centran en la identificación de clusters.

¹⁴ La distancia euclídea entre variables estandarizadas es la más utilizada (Rey y Mattheis, 2000):

$d_{ij} = \sqrt{(a_{1,i} - a_{1,j})^2 + (a_{2,i} - a_{2,j})^2 + \dots + (a_{n,i} - a_{n,j})^2}$. A parte del método Ward, los criterios del centroide y de la media de grupos son los más adoptados, si bien una revisión de la literatura al respecto hace difícil dar reglas generales que justifiquen la supremacía de uno sobre otros.

Figura 4



Los resultados de la aplicación de dichos algoritmos pueden ser resumidos para su correcta y apropiada presentación en un *dendrograma*, gráfico bidimensional en forma de árbol donde los sectores quedan agrupados a través de líneas rectas. De tal forma que, cada corte en el mismo a una distancia dada permite obtener una clasificación del número de clusters existentes a ese nivel y los sectores que lo forman. La figura 5 visualiza el resultado de las secuencias del proceso de “clusterización” de la TIOAN 2000 a partir de 74 sectores¹⁵ que se van agregando en clusters y que, a través de un proceso iterativo, va combinando las agrupaciones más similares en uno nuevo agregado. Se continúa así hasta que finalmente todos los sectores originales pertenezcan a un único cluster.

Al descansar, en última instancia, la solución de este método en el nivel de corte o rango de distancia elegido en el dendrograma, la elección de esta franja no es algo baladí. En nuestro caso, tras una inspección visual se ha decidido un ajuste de distancia intermedia que nos permite hablar de catorce agrupaciones que con mayor o menor lógica resumen este proceso de consenso (cuadro 8):

La actividad agroalimentaria estaría constituida por el mayoritario cluster 1 de diez ramas productivas y dos agrupaciones de menor calado, con dos y tres ramas respectivamente que se combinan en un estadio superior (clusters 2 y 3).

¹⁵ Once ramas no han entrado en este proceso de conglomerados: electricidad, plásticos, muebles, comercio al por mayor y al por menor, AAPP, transporte terrestre, educación, servicios sanitarios y veterinarios y sociales de no mercado y los servicios domésticos de los hogares. La explicación de la eliminación de nuevas ramas se encuentra en el hecho de que han dificultado la lectura de resultados en algunas de las matrices imputadas. Hay que recordar que además de la matriz suma de ligazones ahora se imputan tres matrices más.

- El cluster 4 está constituido por actividades tales como productos energéticos, química básica, gas, agua que permiten catalogarlo de químico-energético a pesar de contar con la presencia menos lógica de la industria del papel.
- Los clusters 5 y 6 acopian ramas metal-mecánicas y si bien el primero aparece sin fisuras en cuanto a su composición, la presencia de material de oficina e instrumentos médico-quirúrgicos en el bloque 6 resulta menos lógica. Ambos clusters se unen a un nivel de distancia superior.
- La actividad constructora queda reflejada en dos clusters (7 y 8): el primero, más concurrido por los materiales propios de la actividad —minería no metálica, madera, cemento, cerámica, vidrio, la preparación y acabado de obras y el alquiler de maquinaria—, mientras que en el segundo cluster la propia rama de la construcción se encuentra acompañada de los materiales eléctricos y electrónicos.
- El cluster 9 recoge actividades claramente relacionadas con los transportes, si bien también se ubican en él refino de petróleo y otros productos químicos.
- Los servicios se encuentran desglosados en tres grandes bloques que se unen a un nivel superior de distancia conformando lo que sería un *mega-cluster* del sector terciario.
- Las dos últimas agrupaciones (13 y 14), que también se asocian a una distancia mayor, resultan menos razonables al combinar actividades que en principio tienen poco en común.

Finalmente, y a modo de resumen, el *consensus clustering* debe ser contemplado como un procedimiento objetivo que partiendo del carácter complementario de los numerosos resultados alcanzados previamente en aplicaciones AF/CP, los sintetiza e integra en una solución final, suficientemente flexible, que refleja el perfil definitivo de los clusters identificados.

5. Conclusiones

El presente trabajo identifica los principales clusters de la economía andaluza aplicando tanto técnica de grafos como análisis multivariante a la TIOAN 2000. Antes de comentar cualquier tipo de resultado, es conveniente mencionar que frente a las evidentes ventajas que presenta la utilización de tablas I/O para el análisis de clusters —su periódica disponibilidad tanto para países como regiones y la amplia gama de aplicaciones que facilita (estudios sectoriales, comparaciones internacionales, análisis de impactos provocados por alteraciones en la demanda final o en los inputs primarios, aspectos destacables en el ámbito de la planificación e intervención económica)—, también muestra limitaciones, como es el hecho de no revelar formas de colaboración más allá de las estrictamente productivas, por ejemplo. Pero quizá, el principal inconveniente tenga que ver con su nivel de agregación. Es comúnmente aceptado que la identificación de las redes de producción que definen un cluster se beneficia de la utilización de datos muy desagregados, así pues a mayor nivel de detalle en la matriz de flujos intersectoriales, más posibilidades de obtener “clusters

reales". En este sentido, la TIOAN 2000 estando bastante desagregada para la media de tablas elaboradas en España, todavía se encuentra lejos del detalle disponible en otros trabajos [Czamanski (1974) tablas IO-1963 de EE.UU., desagregadas en 172 ramas; Feser y Bergman (2000), tablas IO-1987 de EE.UU., con 362 ramas; Lainesse y Poussart (2005), tablas IO-2000 de Québec con 300 ramas].

En cuanto a los resultados obtenidos (cuadro 8) y con independencia de la técnica utilizada, aparecen de forma persistente cinco clusters con idéntica catalogación: agroalimentario, metal-mecánico y construcción ("*claves*"), químico-energético ("*catalizador*") y servicios ("*débil*"). Las diferencias, que no son muchas si se tiene en cuenta lo diverso de ambos métodos, se localizan en el contenido sectorial de los clusters, la aparición con el análisis multivariante de un sexto bloque sindicando actividades relacionadas con el transporte y en un indeterminado número de ramas asociadas en parejas o tríos (mini-clusters). Esta semejanza de resultados nos lleva a observar con cierto escepticismo toda la polémica surgida en torno a los términos de cluster vertical y horizontal.

Tanto la técnica de grafos como el análisis multivariante presentan ventajas e inconvenientes. El procedimiento de grafos, frente a la pérdida de información que supone la utilización de filtros que eliminen aquellos valores que no alcancen un mínimo establecido, está menos *contaminado* por la intervención del investigador; no se trata de un método cerrado, sino más bien una hoja de ruta con múltiples aplicaciones –maximización (con o sin restricciones), descomposición o diagonalización, triangulación–, jugando además a favor su carácter intuitivo.

Por su parte, los procedimientos econométricos (AF/CP y el enfoque *consensus clustering*), dominantes entre quienes en la actualidad identifican clusters por medio de tablas I/O, quizá dejan demasiadas decisiones al arbitrio del investigador, resultando especialmente controvertida una cuestión estrechamente ligada a la generación de factores: qué matriz se desea imputar. Resulta habitual encontrar en la literatura existente matrices input cuyo significado económico queda ensombrecido tras las sucesivas transformaciones de las que son objeto¹⁶. Esta técnica puede llegar a sindicarse perfiles sectoriales que, si bien cuentan con una estructura productiva semejante, no resultan fáciles de asociar o aceptar en un mismo cluster: industrias extractivas con servicios destinados a la venta o plásticos asociada a las ramas agrarias, por ejemplo. Sin embargo, la agrupación de ramas en base a la semejanza de sus perfiles de flujos (inputs/outputs) no siempre es visto como un inconveniente. ÓhUallacháin (1984) lo consideraba más una "fortaleza" que una debilidad del análisis multivariante, puesto

¹⁶ En la mayoría de los casos la matriz a imputar adopta la forma de una matriz de correlaciones, bien de coeficientes técnicos (ÓhUallacháin, 1984) o ligazones [Czamanski (1974) y Feser y Bergman (2000)], donde a partir del máximo de cuatro coeficientes de correlación, reflejo de la similitud de estructura entre dos sectores, se crea una matriz simétrica. Pero no siempre se trata de una matriz de correlaciones. Roepke *et al.* (1974) utilizan una matriz simétrica cuyos elementos se obtienen sumando los flujos intermedios entre cada par de actividades. Tampoco lo hacen Bergman *et al.* (1996), cuando recurren directamente al máximo de los coeficientes de compras y ventas intermedias totales para cada par de sectores.

que otras técnicas fallan a la hora de identificar este tipo de relación; y en trabajos más recientes como los de Rey y Mattheis (2000) y Lainesse y Poussart (2005) se acepta esta realidad, haciendo suyo este punto de vista.

A parte de estas limitaciones propias de cada método, se pueden resumir las *dificultades* encontradas en las aplicaciones concretas que se han llevado a cabo:

- *Comunes*: la decisión de excluir determinados sectores que hacen difícil el desdoblamiento de los vínculos entre actividades.
- *Grafos*: la delimitación entre clusters no es siempre evidente y exige algún juicio de valor por parte del investigador.
- *CP/AF*: la decisión de la matriz a imputar, así como la interpretación de las cargas factoriales a la hora de asignar los miembros de cada cluster.
- *Consensus clustering*: al recoger los resultados de diferentes aplicaciones del análisis de CP/AF presenta las dificultades arriba señaladas, a las que hay que añadir las relativas al nivel de corte o rango de distancia a la hora de interpretar el dendrograma.

En conclusión, ningún procedimiento presenta ventajas indiscutibles que permita afirmar de forma rotunda la superioridad de uno sobre otro, pero su comparación ha hecho decantarnos por los grafos como técnica más razonable para identificar clusters basados en linkages. Son, por consiguiente, métodos alternativos pero también complementarios, si se acepta que todos y cada uno pueden ser útiles para el conocimiento de una realidad ya de por sí compleja. En este sentido se han dirigido nuestras aplicaciones:

En CP/AF con un *modus operandi* —imputar la matriz suma de ligazones intermedias y flexibilidad a la hora de interpretar las cargas factoriales— que supone una aproximación híbrida en la medida en que el criterio de semejanzas de patrones de compras/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.

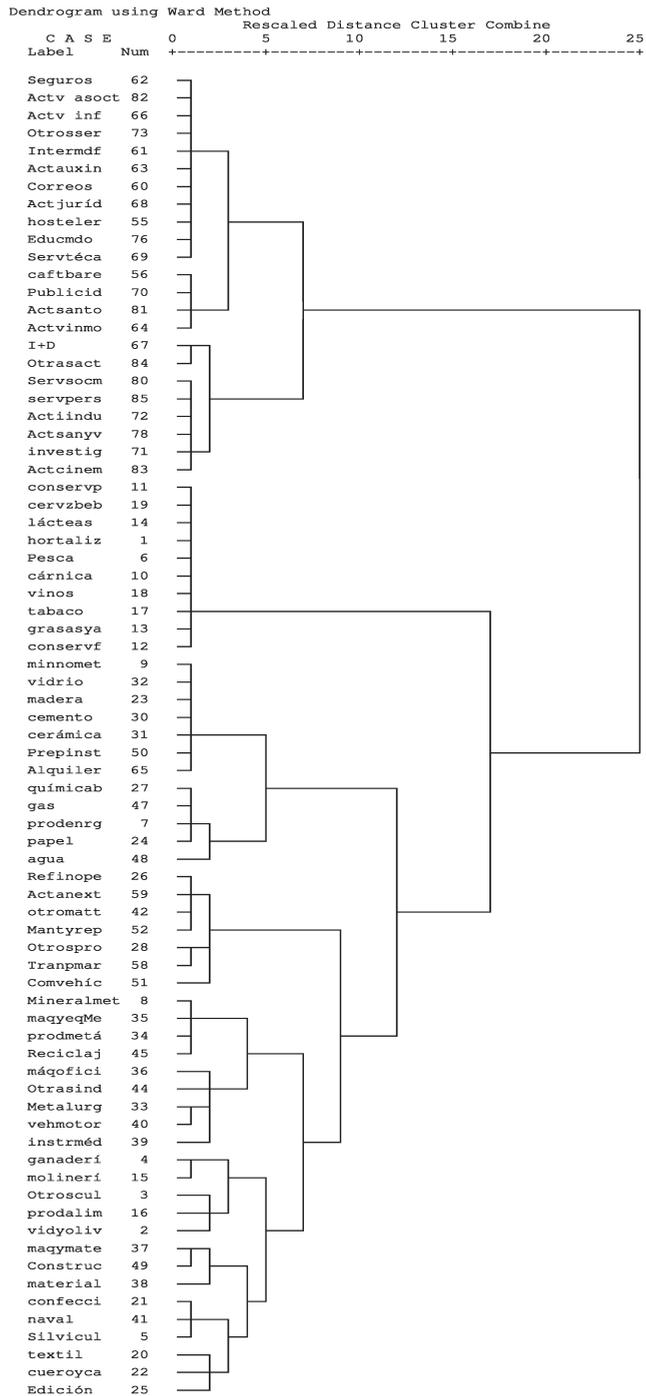
En grafos midiendo las asociaciones en virtud de la dirección y magnitud de los flujos intermedios representados en la TIOAN 2000. Las ramas productivas se clasifican de acuerdo a la importancia de su mutua dependencia, identificando clusters razonables de la economía andaluza, esto es, relaciones de interdependencia productiva, como rasgo llamativo de la economía regional y sin perder de vista la paradoja apuntada por Porter (1998): “*lo perdurable de las ventajas competitivas en una economía global descansa cada vez más en aspectos locales —conocimiento, relaciones, motivación—...*”.

Cuadro 8. Clusters de la economía andaluza

		Ramas															
<i>Cluster agro-alimentario</i>	Grafos	1	2	3	4	10	12	13	14	15	16	17	18	19	56		
	AF/CP	1	2	3	4	6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	56
	Consenso 1	1	6	10	11	12	13	14	19	17	18						
	Consenso 2	4	15														
	Consenso 3	2	3	16													
<i>Cluster químico-energético</i>	Grafos	7	26	27	28	46	47	48									
	AF/CP	7	27	28	47	48											
	Consenso 4	7	24	27	47	48											
<i>Cluster metal-mecánico</i>	Grafos	29	33	35	38	39	44	45									
	AF/CP	8	33	34	35	40	44	45									
	Consenso 5	8	34	35	45												
	Consenso 6	33	36	39	40	44											
<i>Cluster de la construcción</i>	Grafos	9	30	31	32	34	37	49	50	64	65						
	AF/CP	9	23	30	31	32	37	38	49	50	64	65	69				
	Consenso 7	9	23	30	31	32	50	65									
	Consenso 8	37	38	49													
<i>Cluster activids. relacionadas con transporte</i>	AF/CP	26	42	51	52	59											
	Consenso 9	26	28	42	51	52	58	59									
<i>Cluster de servicios</i>	Grafos	24	25	55	61	62	63	66	68	69	70	72	73	74	77	78	79
		80	82	83	84	85											
	AF/CP	36	55	60	61	62	63	66	68	71	72	73	74	75	76	77	78
		79	81	82	84	85											
	Consenso 10	55	60	61	62	63	66	68	69	73	76	82					
	Consenso 11	56	64	70	81												
<i>Mini-clusters</i>	Consenso 12	67	71	72	78	80	83	84	85								
		<i>Pesquero</i>				<i>Textil-calzado</i>				<i>Madera-Muebles</i>							
	Grafos	6	11	41	20	21	22	5	23	43							
	AF/CP					20				22							
		<i>Transportes</i>				<i>Silv-papel-public.</i>				<i>Naval - I+D</i>							
AF/CP	57	58	5	24	70	41	67										
	<i>Edición-cine</i>				<i>Cluster 13</i>				<i>Cluster 14</i>								
AF/CP	25	83															
Consenso					5	21	41	20	22	25							

Figura 5

HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS



Bibliografía

- 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.
- Bergman, E. y Feser, E.J., 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.
- Blin, J. y Cohen, C. (1977): "Technological similarity and aggregation in input-output systems: a cluster-analytic approach", *The Review of Economics and Statistics*, vol. LIX, n.º 1, pp. 82-91.
- 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.
- Campbell, J. (1974): "Selected aspects of the interindustry structure of the state of Washington, 1967", *Economic Geography*, 50:35-46.
- Campbell, J. (1975): "Application of graph theoretic analysis to interindustry relationships", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 5, n.º 1, pp. 91-106.
- Czamanski, S. (1974): *Study of Clustering of Industries*, Institute of Public Affairs, Dalhousie University, Halifax, Canada.
- Czamanski, S. y Ablas, L.A. de Q. (1979): "Identification of industrial clusters and complexes: a comparison of methods and findings", *Urban Studies*, vol. 16, n.º 1, pp. 61-80.
- Feser, E. J. y Bergman, E.M. (2000), "National industry cluster templates: a framework for applied regional cluster analysis", *Regional Studies*, vol. 34, n.º 1, pp. 1-19.
- Guo, J. y Planting, M.A. (2000): "Using Input-Output analysis to measure US economic structural change over a 24 year period", XIII International Conference I-O Macera, Italia.
- Harrigan, F.J. (1982): "The relationship between industrial and geographical linkages: A case study of the United Kingdom", *Journal of Regional Science*, 22, 1:19-31.
- Hauknes, J. (1998): "Norwegian Input-Output Clusters and Innovation Patterns", en Roelandt, T. y Hertog, P. (eds), *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, OECD, París.
- Hoen, A. (2000): "Three variations on identifying cluster", National Innovation Systems: Workshops and Meetings of the Focus Group on Clusters, 8-9 May 2000, Utrecht, OCDE.
- Hoen, A. R. (2002): "Identifying linkages with a cluster-based methodology", *Economic Systems Research*, vol. 14, n.º 2, pp. 131-146.
- Instituto de Estadística de Andalucía (IEA): *Marco Input-Output de Andalucía, 2000*.
- 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.
- Latham, W.R. (1976): "Needless Complexity in the Identification on Industrial Complexes", *Journal of Regional Science*, 16, 1:45-55.
- Latham, W.R. (1977): "Needless complexity in the identification of industrial complexes: a reply", *Journal of Regional Science*, 17, 3:459-461.
- Morillas Raya, A. (1983): *La teoría de grafos en el análisis input-output. La estructura productiva andaluza*, Universidad de Málaga.
- ÒhUallacháin, B. (1984): "The identification of industrial complexes", *Annals of the Association of American Geographers*, 74:20-436.
- Oosterhaven, J., Eding, G. y Stelder, D. (2001): "Cluster, linkages and interregional spillovers: methodology and policy implications for the two Duch mainports and the rural north", *Regional Studies*, 35, 9: 809-822.
- 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, pp. 251-272.
- Porter, M.E. (1998): "Clusters and the new economics competition", *Harvard Business Review*, vol. 76, n.º 6, pp. 77-90.
- Rey, S.J. y Mattheis, D.J. (2000): *Identifying Regional Industrial Clusters in California*, Prepared for the California Employment Development Department, San Diego State Univ.
- 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.
- Rosenfeld, S.A. (1997): "Bringing business clusters into the mainstream of economic development", *European Planning Studies*, 5, 1:3-23.

Anexo

Un ejemplo: descripción del cluster de la construcción con metodología de grafos

La figura 6 muestra el digrafo representativo de los flujos comerciales más relevantes del cluster de la construcción, constituido por diez ramas y que es el más grande en términos de output en la economía andaluza. Los arcos o flechas entre sectores pueden ser interpretados como los *canales* a través de los cuales se transmiten los impulsos económicos y están orientados en el sentido “*vendedor-comprador*”. Para hacer más comprensible el grafo se han representado exclusivamente, por una parte, las transacciones que satisfacen los límites absolutos y relativos establecidos y que son, a su vez, superiores a 100 millones de euros; y por otra, las operaciones que superando esa cuantía sólo son importantes en términos absolutos (flechas en trazo discontinuo). También se han dibujado las principales conexiones con otros clusters de la economía andaluza.

Como se puede entrever en la figura 6, el cluster de la construcción se cimienta en torno a tres actividades dominantes que constituyen su núcleo o corazón: construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil (r.49), preparación, instalación y acabado de obras (r.50) y actividades inmobiliarias (r.64). Los tres representan el 75 y el 87% del output y del VAB generado por dicho cluster y están entre los más grandes de la economía andaluza: la rama 64 ocupa el primer y segundo lugar en relación al valor añadido y al output, respectivamente, mientras que la rama 49 está a la cabeza en cuanto a producción y se sitúa en tercer lugar en valor añadido. Entre ellos existen fuertes vínculos económicos hacia delante y hacia atrás, configurando lo que en la teoría de grafos se denomina un componente fuerte (*strong component*) de la estructura productiva¹⁷. Hay que destacar que las compras que construcción hace a la rama de preparación, instalación y acabado de obras es la transacción intermedia más grande de la tabla, ascendiendo a 2.737 millones de euros¹⁸. Son también de una cuantía muy elevada las compras que las actividades inmobiliarias hacen tanto a la r.50 (932 millones €) como a la r.49 (332 millones €).

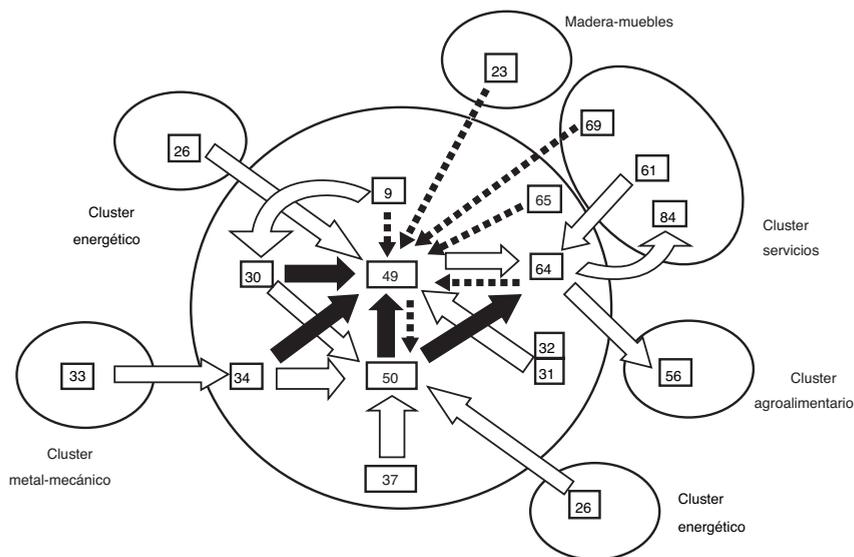
Por otra parte, las producciones de los ramas 49 y 64 están fuertemente orientadas hacia la demanda final, concretamente a la formación bruta de capital en el primer caso (83%) y al gasto en consumo final en el segundo (68%). La rama de preparación, instalación y acabado de obras, en cambio, destina en gran medida su producción a la demanda intermedia (77%), y sobre todo a la r.49 y r.64.

Alrededor de este triángulo central se extiende una amplia red de sectores suministradores de bienes y servicios, siendo el principal receptor de ellos la rama 49, realizando significativas demandas directas e indirectas de inputs desde seis sectores,

¹⁷ Un componente fuerte es un subgrafo de un digrafo que consta de un conjunto de puntos mutuamente alcanzables (Campbell, 1975).

¹⁸ En la TIOAN 2000 sólo dos transacciones intermedias son superiores a 1.000 millones €. A parte de la señalada, la segunda pertenece al cluster agroalimentario: compras de grasas y aceites (r.13) a cultivos de vid y olivo (r.2), por valor de 1.582,2 millones €.

Figura 6



Tipo de transacciones

- Mayor de 500 millones de euros
- Entre 100 y 500 millones de euros
- Sólo satisface el límite absoluto (100-500 millones de euros)

Ramas TIOAN 2000

1 Hortalizas y frutas	19 Cerveza, bebidas no alcoh	37 Maq y mat eléctrico	55 Hostelería	73 Otros serv empresar
2 Vid y olivo	20 Textil	38 Material electrónico	56 Caftr, bares y rest	74 AAPP
3 Otros cultivos	21 Confección	39 Instr médico-quirúrg	57 Transporte terrestre	75 Educ no mdo
4 Ganadería y caza	22 Cuero y calzado	40 Vehículos de motor	58 Tranp marítimo, aéreo	76 Educ mdo
5 Silvicultura	23 Madera	41 Naval	59 Act anex transp	77 Act sant y veter no mdr
6 Pesca	24 Papel	42 Otro mat transp	60 Correos y comunic	78 Act san y veter mdo
7 Prod energéticos	25 Edición	43 Muebles	61 Intermd financ	79 Serv soc no mdo
8 Minerales metálicos	26 Refino petróleo	44 Otras ind manufact	62 Seguros	80 Serv soc mdo
9 Min no metálica ni energ	27 Química básica	45 Reciclaje	63 Act aux intm finc	81 Act santo público
10 Cárnica	28 Otros prod químicos	46 Electricidad	64 Activ inmobiliarias	82 Activ asociatv
11 Conserv pescado	29 Caucho y plásticos	47 Gas	65 Alquiler maqu	83 Activ cinem, telev
12 Conserv frutas hort	30 Cemento	48 Agua	66 Activ informáticas	84 Otras activ recreatv
13 Grasas y aceites	31 Cerámica	49 Construcción	67 I+D	85 Serv personales
14 Lácteos	32 Vidrio	50 Prep, inst y acab obras	68 Act jurí, contb	86 Hogares
15 Molinería	33 Metalurgia	51 Comerc vehículos	69 Serv téc arqu e ingen	
16 Prod alimnt animal	34 Prod metálicos	52 Mant y reparc veh	70 Publicidad	
17 Tabaco	35 Maq y eq. Mecánico	53 Comercio por mayor	71 Investig y seguridad	
18 Vinos	36 Máq oficina	54 Comercio por menor	72 Acti indust limpieza	

entre ellas dos superiores a 500 millones de euros (cemento, por un importe de 950 millones, y productos metálicos, por 788 millones). Otras compras importantes del sector 49 son las llevadas a cabo de productos cerámicos por 327 millones, vidrio y piedra, por 198 millones, al sector de extracción de minerales no metálicos ni energéticos, tanto directamente (150 millones) como indirectamente a través del sector 30, así como la adquisición de servicios de alquiler de maquinaria y equipo sin operario por un valor de 136 millones. En conjunto, más de la mitad de la producción intermedia de estos sectores es adquirida por la rama 49. Por su parte, el sector 50, a parte de sus intensos linkages con las ramas 49 y 64, demanda también cantidades importantes de inputs directos de los sectores 30 (233 millones) y 34 (112 millones) así como de maquinaria y material eléctrico, por valor de 114 millones.

El cluster de la construcción mantiene además sustanciales relaciones externas, configurándose como un cluster *abierto* al mantener importantes linkages con otras ramas. En comparación con los otros dos grandes clusters y como se desprende de los datos del cuadro 2 del texto, es más abierto que el agroalimentario y menos que el de servicios. Concretamente, un 66,5 y un 59% de sus ventas y compras intermedias totales tienen como destino y origen sectores miembros del cluster, mientras que las ventas y compras fuera del cluster representan un 33,5 y un 41%, respectivamente. Son especialmente significativas las compras de inputs que tienen su origen en sectores del cluster metal-mecánico (metalurgia), químico-energético (refino de petróleo), madera-muebles (industria de la madera y del corcho) y de servicios (intermediación financiera y servicios técnicos de arquitectura, ingeniería... Dos ventas intermedias *intercluster* sobresalen, ambas realizadas por actividades inmobiliarias a sectores incluidos en los clusters agroalimentario y de servicios.