

Anàlisi de les relacions intersectorials de l'economia catalana a partir de la TIOC-2001 i la teoria de grafs

Josep Anton Sánchez Cepeda

Josep Maria Vegara i Carrió

Idescat¹

1

Presentació

Les taules input-output són la representació quantitativa més detallada i coherent d'una economia, pel seu detall sectorial i perquè reflecteixen les relacions entre recursos i usos del sistema econòmic. L'Idescat presenta els resultats definitius de les taules input-output de Catalunya 2001 (TIOC-2001) en tres formats bàsics: la taula de destinació ampliada, la taula de coeficients tècnics i la matriu inversa de Leontieff, en 122 branques i sectors.

L'objecte d'aquest article és analitzar les relacions intersectorials entre els diferents sectors productius de l'economia catalana des del punt de vista intern, mitjançant l'aplicació de la teoria de grafs a la matriu de coeficients tècnics interiors. Els coeficients tècnics indiquen els inputs que ha d'absorbir cada in-

dústria de totes les altres per satisfer les exigències de producció. En termes numèrics, els coeficients tècnics indiquen la necessitat directa d'inputs per unitat d'output.

Es pretén obtenir una descripció qualitativa de les relacions entre els 122 sectors de la taula TIOC-2001, sobre la base de les relacions de dependència existents entre cada parell de sectors. L'anàlisi bàsica que es pretén obtenir és la relativa a l'estructura qualitativa global: malgrat que la matriu de coeficients tècnics conté informació quantitativa (el pes relatiu dels inputs de cada sector), se li associa una matriu de zeros i una altra que expressa la presència o absència de relacions significatives de dependència entre els sectors. El resultat principal de l'anàlisi és el graf de les relacions intersectorials, un producte que permet visualitzar de manera global i resumida l'estructura productiva de l'economia catalana. La visió gràfica d'aquesta estructura facilita una percepció de conjunt. Com a producte derivat, la construcció del graf permet identificar un conjunt d'agrupacions d'activitats que –en certa mane-

1. Els autors agraeixen a Jesús Muñoz l'atenta lectura del document.

ra— constitueixen aproximacions als clústers, en el sentit fort del concepte.

2

Metodologia

La matriu de coeficients tècnics derivada d'una taula input-output informa dels consums intermedis d'una economia mesurant les relacions existents entre els sectors: cada coeficient tècnic representa el valor percentual que utilitza un sector de la resta de sectors per produir una unitat de valor brut de producció. La TIO-2001 determina una matriu de coeficients tècnics de dimensió 122 x 122. Aquest article proposa la utilització de la teoria de grafs com a instrument bàsic per portar-ne a terme l'anàlisi. Hi ha metodologies alternatives per estudiar les relacions intersectorials sobre la base d'una TIO, basades en l'anàlisi factorial, però s'ha optat en aquest article per un estudi que, malgrat que té una base numèrica (els coeficients tècnics de la matriu input-output), aporta una descripció amb un alt valor qualitatiu i visual.

La formulació elemental de la definició d'un graf és coneguda: es visualitza en forma de punts (els sectors) i fletxes (les connexions). En altres paraules, un graf $G = (X, U)$ es defineix per dos conjunts: el conjunt X , finit, format per n elements —que s'acostuma a denominar *vèrtexs*— i un conjunt U format pels arcs que uneixen diversos vèrtexs. Quan el graf és orientat, U és una part del producte cartesià $X \times X$, és a dir, $U \subseteq X^2$. L'orientació de l'arc indica el sentit de les relacions existents entre els elements de X . En el cas que ens ocupa els vèrtexs corresponen a cada un dels 122 sectors de l'economia catalana i els arcs, als coeficients de la matriu (relacions de dependència entre cada parell de sectors). L'aplicació al graf de les operacions booleanes pertinents permet formular-ne l'anàlisi qualitativa de les interaccions i de la complexitat; per fer aquesta anàlisi és suficient operar amb zeros, uns i operacions booleanes. Amb un criteri heurístic es poden eliminar el vincles palesament reduïts; en altres paraules, per reduir-ne la complexitat

és comú eliminar els arcs (coeficients tècnics) que representen menys d'un $p\%$ del flux que suporta l'arc.

S'exposen a continuació les operacions matemàtiques que permeten construir el graf a partir d'una matriu de grans dimensions (en aquest cas, de 122 x 122). El problema que es planteja consisteix a construir un algorisme que, partint de la matriu booleana dels coeficients tècnics, identifiqui i agrupi els sectors relacionats entre si. En termes matricials això equival a reordenar les files i columnes adequadament, de manera que la matriu booleana quedi composta de submatrius plenes d'uns a la vora de la diagonal i de zeros lluny de la diagonal. El tractament matemàtic i matricial ha estat implementat amb el mòdul base del paquet estadístic SAS.

A és la matriu de coeficients tècnics de dimensió $n \times n$. El valor $A(i,j)$ indica l'aportació relativa del sector i com a input del sector j . Es defineix B_p , de dimensió $n \times n$, com la matriu booleana associada a A , de manera que

$$\begin{aligned} B_p(i,j) &= 1 \text{ si } A(i,j) > p \\ B_p(i,j) &= 0 \text{ si } A(i,j) \leq p \end{aligned}$$

La matriu B_p indica si un sector és input directe d'un altre o no amb una intensitat del $p\%$. Es defineix S_p com la suma booleana $S_p = I + B_p + B_p^2 + B_p^3 + B_p^4 + \dots$ de dimensió $n \times n$. S'entén per suma booleana $0+0=0$, $1+0=1$, $0+1=1$, $1+1=1$. La matriu S_p indica si un sector és input directe o indirecte d'un altre amb una intensitat del $p\%$.

La matriu S_p es calcula de manera iterativa, i s'atura el càlcul quan en afegir un terme B_p^k (iteració k) no es produeix cap variació en S_p . Atès que S_p correspon a un graf de les relacions possibles entre els n sectors de la matriu, la convergència queda assegurada amb un màxim de n iteracions. Les matrius B_p i S_p ja permetrien dibuixar el graf, però no seria una tasca fàcil, atesa la gran dimensió de la matriu i la quantitat d'arcs que s'han de dibuixar. Cal optimitzar el procés, agrupant dins de la matriu els nodes del graf que presenten connectivitat, és a dir, reordenant

Quadre 1

Extracte de la matriu S de la TIOC-2001 un cop aplicat l'algorisme que reordena els sectors per identificar els subgrafs. La matriu S indica els outputs directes i indirectes de cada sector amb un llindar del 4%

	28	73	95	29	78	81	84	1	2	10	11	14	15	8	9	17	40	12	19	20	21	22	31	63	25	26	23
28	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
73	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
95	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
29	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
78	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
81	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
84	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

adequadament les files i columnes de la matriu. El mecanisme que ho permet consisteix a calcular la matriu $S_p^t S_p$ (on S_p^t és la matriu transposada de S_p). La matriu $S_p^t S_p$ indica tots els sectors que són input o output d'un altre, és a dir, que constitueixen un subgraf indescomponible. L'avantatge d'aquesta matriu és que és simètrica i que permet identificar fàcilment de manera visual els sectors que estan relacionats entre si. Mitjançant un algorisme matricial es reordenen les files i columnes de la matriu $S_p^t S_p$ per tal d'obtenir submatrius independents entre si, cada una de les quals correspondrà a un subgraf. La descomposició de la matriu en submatrius indepen-

dents permet una representació gràfica més ràpida de la matriu B_p , és a dir, de la matriu booleana associada als coeficients tècnics. Els quadres 1 i 2 mostren un extracte de les matrius S_p i B_p , un cop s'han reordenat les files i columnes per agrupar els sectors que presenten connectivitat.²

En definitiva, l'aplicació de la teoria de grafs constitueix un instrument simple per obtenir informació

2. Atesa la dimensió de les matrius (122 x 122) es necessiten quatre pàgines o més per mostra-les senceres. De totes maneres, per tal que el lector pugui entendre millor el resultat, s'inclou un extracte corresponent a 27 sectors que descriuen tres subgrafs.

Quadre 2

Extracte de la matriu *B* de la TIOC-2001 un cop aplicat l'algorisme que reordena els sectors per identificar els subgrafs. La matriu *B* indica els outputs directes de cada sector amb un llindar del 4%. És la matriu que es representa en el graf

	28	73	95	29	78	81	84	1	2	10	11	14	15	8	9	17	40	12	19	20	21	22	31	63	25	26	23	
28	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	
95	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	
78	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

pertinent relativa a l'estructura qualitativa global de la informació associada a una matriu input-output.

3

Críteris per a la construcció i la interpretació del graf de les interrelacions sectorials de l'economia catalana

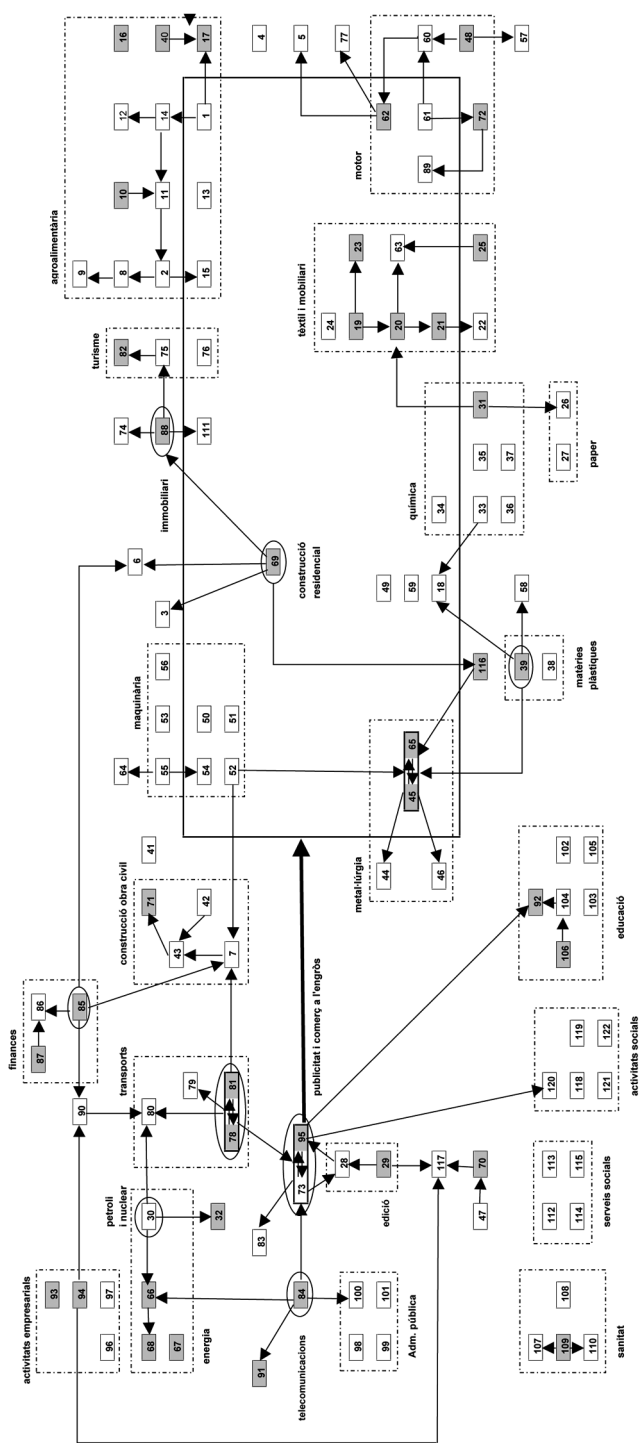
El resultat de l'anàlisi aplicat a la TIOC-2001 descomposta en 122 sectors es pot visualitzar en el graf 1. Cada un dels 122 sectors està representat mitjançant una xifra dins d'un rectangle. El quadre 3 mos-

tra l'equivalència entre els codis TIOC i el seu significat, així com la seva equivalència amb la CCAE-93 rev. 1 (classificació catalana d'activitats econòmiques). Les fletxes del graf mostren les relacions de dependència entre cada parell de sectors. Des del punt de vista gràfic, l'origen de l'arc correspon al sector que és input del sector que rep l'arc. Per exemple, la relació 1→17 indica que el sector 1 (productes de l'agricultura) és input directe del sector 17 (vins i caves).

La matriu de la TIOC-2001 té dimensió 122 i per tant conté un total de $122 \times 122 = 14.884$ coeficients, entre els quals 8.011 (més de la meitat) tenen valor

Gràfic 1

Dependència entre els 122 sectors de l'economia segons la TIOC-2001. L'indar p = 4%



Aquest gràfic representa les relacions de dependència entre els 122 sectors de l'economia catalana segons la TIOC-2001. Cada fletxa indica que un sector es input directe d'un altre amb una intensitat superior a un l'indar (en aquest cas del 4%).

El requadre gran que inclou molts sectors indica que la publicitat i el comerç a l'engròs constitueixen un input directe de tots i cada un dels 25 sectors inclosos en el seu interior. S'ha optat per aquesta solució per evitar el creuament dels arcs.

Aquest símbol correspon als sectors que en el gràfic són inputs directes de 3 o més sectors

Aquest símbol correspon a sectors que són mútuament dependents en el gràfic

Aquest símbol correspon als sistemes econòmics

Aquest símbol correspon als sectors que són origen i destinació d'ells mateixos

Quadre 3

Equivalència entre els sectors de la TIOC-2001 i la CCAE-93 rev. 1		
Codi TIOC	CCAЕ-93 rev. 1	Productes
001	011, 013 (P), 015 (P)	Productes de l'agricultura
002	012, 013 (P), 015 (P)	Productes de la ramaderia
003	014, 015	Serveis agrícoles i ramaders (excepte veterinaris) i de caça
004	02	Productes de la silvicultura, l'explotació forestal i serveis relacionats
005	05	Productes de la pesca, l'aqüicultura i serveis relacionats
006	10-12	Productes energètics
007	13, 14	Altres minerals (excepte del productes energètics)
008	1511, 1512	Carn i despulles comestibles de bestiar boví, porcí, cabrum, equí i d'aviram
009	1513	Productes carnis
010	154	Olis i greixos vegetals i animals
011	157	Aliments preparats per a animals
012	1581, 1582	Pa i productes de fleca i pastisseria
013	1583, 1584	Indústries del sucre, cacau, xocolata i confiteria
014	152, 1533, 1585-1589, 156, 16	Altres productes alimentaris i tabac
015	155	Productes lactis i gelats
016	1591, 1592, 1594-1597	Begudes alcohòliques (excepte vins i caves)
017	1593	Vins i caves
018	1598	Aigües minerals i begudes analcohòliques
019	171, 172	Filats de fibres tèxtils i teixits
020	173-175	Serveis d'acabament tèxtil i art. confeccionats amb tèxtils (excepte roba de vestir)
021	176, 177	Teixits de punt i articles amb teixits de punt
022	1822, 1823	Altres peces de vestir exteriors i roba interior
023	181, 1821, 1824, 183	Peces de cuir, roba de treball i peces i complements de vestir; pells i art. de pelletteria
024	19	Cuir, productes de cuir i calçat
025	20	Fusta, suro i productes de fusta i suro (excepte mobles); art. de cistelleria i esparteria
026	211	Pasta de paper, paper i cartó
027	212	Articles de paper i cartó
028	221	Productes de l'edició
029	222, 223	Serveis d'impressió i serveis de reproducció de material enregistrats
030	23	Coc, productes de refinació de petroli i combustibles nuclears
031	2411-2413	Gasos industrials, colorants i pigments i productes químics inorgànics bàsics
032	2414, 2415	Productes químics orgànics bàsics, adobs i compostos nitrogenats fertilitzants
033	2416, 2417	Plàstics i cautxú sintètic en formes primàries
034	243	Pintures, vernissos i tintes d'impremta
035	245	Sabons, perfums i productes d'higiene
036	242, 246, 247	Productes agroquímics, fibres artificials i sintètiques i altres productes químics
037	244	Productes farmacèutics
038	251	Productes de cautxú
039	252	Productes de matèries plàstiques
040	261	Vidre i productes de vidre
041	262-264	Productes ceràmics, rajoles, maons, teules i productes de terra cuita per a la construcció
042	265	Ciment, calç i guix

(continua)

Quadre 3 (continuació)

Equivalència entre els sectors de la TIOC-2001 i la CCAE-93 rev. 1		
Codi TIOC	CCAE-93 rev. 1	Productes
043	266-268	Elem. de formigó, guix i ciment; pedra ornamental i per a la constr. i prod. min. no met.
044	271-273	Prod. bàsics de ferro, acer i ferroaliatges, tubs i altres productes de ferro o acer
045	274	Metalls preciosos i d'altres metalls no fèrrics
046	275	Serveis de fosa de metalls
047	281-283	Productes metàl·lics per a la construcció, contenidors de metall i calderes i generadors de vapor
048	284, 285	Serveis de forja, estampació i tractament de metalls i serveis d'enginyeria mecànica general
049	286, 287	Articles de ganiveteria i ferreteria i productes metàl·lics diversos (excepte mobles)
050	291	Màquines, equips i materials mecànics
051	292-294	Altra maquinària i equips mecànics, maquinària agrària i màquines eina
052	295, 296	Maquinària d'altres tipus per a usos específics i armes i municions
053	297	Aparells domèstics
054	30	Màquines d'oficina i equips informàtics
055	311-313	Motors elèctrics i transfor., aparells de distr. i control elèctrics i fils i cables elèctrics aïllats
056	314-316	Acumuladors i piles elèctriques; llums elèctrics i aparells d'il·lum. i altres equips elèctrics
057	321	Vàlvules i altres components electrònics
058	322, 323	Transmissors i aparells de radiotelefonía, aparells de recepció i reproducció de so i imatge
059	33	Equips i instruments medicoquirúrgics, de precisió, òptica i rellotgeria
060	341, 342	Vehícles de motor, carrosseries per a vehícles de motor, remolcs i semiremolcs
061	343	Components, peces i accessoris no elèctrics per a vehícles de motor i els seus motors
062	35	Altres materials de transport
063	361	Mobles
064	362-366	Articles de joieria, instruments musicals, articles d'esports, joguines i altres articles
065	37	Serveis de reciclatge
066	401	Serveis de producció i distribució d'energia elèctrica
067	402, 403	Gas manufacturat i serveis de distribució de combustibles gasosos, vapor i aigua calenta
068	41	Serveis de captació, potabilització i distribució d'aigua
069	45 (P)	Treballs de construcció d'edificis residencials
070	45 (P)	Treballs de construcció d'edificis no residencials
071	45 (P)	Treballs d'obres d'enginyeria civil
072	50	Serveis de comerç, manteniment i reparació de vehícles de motor
073	51	Serveis de comerç a l'engròs i intermediaris (excepte vehícles de motor)
074	52	Serveis de comerç al detall (excepte vehícles de motor) i de reparacions
075	551, 552	Serveis d'hotels, càmpings i altres tipus d'allotjament
076	553-555	Serveis de rest., d'establiments de begudes, de menjadors col·lectius i menjars preparats
077	601	Serveis de transport per ferrocarril
078	602, 603	Serveis d'altres tipus de transport terrestre i de transport per canonada
079	61	Serveis de transport marítim, de cabotatge i per vies interiors
080	62	Serveis de transport aeri i espacial
081	631, 632, 634	Serveis afins al transport
082	633	Serveis d'agències de viatges i operadors turístics
083	641	Serveis postals i de correus
084	642	Serveis de telecomunicacions

(continua)

Quadre 3 (continuació)

Equivalència entre els sectors de la TIOOC-2001 i la CCAE-93 rev. 1		
Codi TIOOC	CCAEE-93 rev. 1	Productes
085	65	Serveis de mediació financera (excepte assegurances i plans de pensions)
086	66	Serveis d'assegurances i plans de pensions (excepte Seguretat Social obligatòria)
087	67	Serveis auxiliars de la mediació financera
088	70	Serveis immobiliaris
089	711	Serveis de lloguer d'automòbils
090	712-714	Serveis de lloguer (excepte d'automòbils)
091	72	Serveis d'informàtica
092	73	Serveis de recerca i desenvolupament
093	741	Serveis jurídics, de comptabilitat i assessorament a la gestió empresarial
094	742, 743, 745, 748	Serveis tècnics d'arquitectura i enginyeria, assajos tècnics, selec. de personal i altres serv. empr.
095	744	Serveis de publicitat
096	746	Serveis d'investigació i de seguretat
097	747	Serveis industrials de neteja
098	751, 7521, 7522	Serveis d'Administració pública, d'affers exteriors i defensa
099	7523	Serveis de justícia
100	7524, 7525	Serveis d'ordre públic, seguretat i protecció civil
101	753	Serveis de Seguretat Social obligatòria
102	801 (P), 802 (P)	Serveis d'ensenyament primari i secundari (mercat)
103	801 (P), 802 (P)	Serveis d'ensenyament primari i secundari (no mercat)
104	803 (P)	Serveis d'ensenyament superior (mercat)
105	803 (P)	Serveis d'ensenyament superior (no mercat)
106	804	Serveis de formació permanent i altres serveis d'ensenyament
107	8511 (P)	Serveis hospitalaris (mercat)
108	8511 (P)	Serveis hospitalaris (no mercat)
109	8512 (P), 8513, 8514	Serveis de consultes mèdiques (mercat), serveis d'odontologia i altres serveis sanitaris
110	8512 (P)	Serveis de consultes mèdiques (no mercat)
111	852	Serveis veterinaris
112	85311 (P)	Serveis socials amb allotjament proporcionat a persones grans (mercat)
113	85311 (P)	Serveis socials amb allotjament proporcionat a persones grans (no mercat)
114	8531 (P), 8532 (P)	Altres serveis socials
115	85322	Serveis de llars d'infants
116	90	Serveis de sanejament públic
117	91	Serveis proporcionats per associacions
118	921-924	Serveis audiovisuals, agències de notícies i altres serveis artístics
119	925, 926	Serveis de biblioteques, arxius, museus i serveis esportius
120	927	Altres serveis recreatius
121	93	Altres serveis personals
122	95	Serveis de les llars que ocupen personal domèstic

diferent de o. Si s'hagués d'efectuar la representació gràfica de tots els coeficients no nuls, és a dir, de tots els sectors relacionats en major o menor grau, es generaria un col·lapse visual i no es proporcionaria cap informació. Es tracta, doncs, d'establir un llindar

(*p*), de manera que només es grafiaran les relacions input-output que siguin significatives, és a dir, que superin aquest llindar. Diversos autors consideren que només per sobre del valor del 5% pot considerar-se que els coeficients són representatius de relacions

mitjanos o fortes. El fet que la TIOC-2001 es presenti desagregada en 122 sectors comporta que els valors dels coeficients tècnics siguin menors i un lllindar del 5% aporta poca informació qualitativa. S'ha optat per seleccionar el lllindar en funció del resultat associat: s'ha d'obtenir un punt d'equilibri entre el volum d'informació i la capacitat d'interpretació. La idea subjacent és equivalent a la teoria matemàtica de clústers, que intenta unir els individus homogenis i separar els grups heterogenis. La disminució del lllindar permet que aflorin més relacions de dependència, però pot tenir un cost interpretatiu. En el límit (p molt baix) la quantitat de fletxes es dispararia. S'ha generat la matriu del graf per a diferents lllindars i s'ha optat finalment pel valor $p = 4\%$. És a dir, en el graf 1 només estan representades les relacions input-output en què el grau de dependència és superior al 4%. El quadre 4 mostra el volum d'arcs associat als diferents valors de p .

Quadre 4

Xifra d'arcs del graf segons el lllindar p	
Llindar (%)	Arcs
5	115
4,5	135
4	159
3,5	190
3	233

La selecció d'un lllindar de dependència del 4% determina 159 relacions o arcs. La seva representació gràfica és complexa, i amb l'objectiu de produir un resultat visual òptim s'han aplicat la terminologia i els criteris que es descriuen a continuació.

Sectors origen i sectors destinació: Els sectors origen són els que es comporten com a input necessari per a un altre sector, mentre que els sectors destinació són els que necessiten un altre sector. Alguns sectors es comporten a la vegada com a origen i destinació. Si ens fixem en el sector de la indústria agroalimentària (dreta del graf) podem observar com el sector 1 (productes de l'agricultura) es comporta com

a origen dels sectors 14 (altres productes alimentaris i tabac) i 17 (vins i caves). De la seva banda, el sector 17 (vins i caves) es comporta com a destinació dels sectors 1 (productes de l'agricultura) i 40 (vidre i productes del vidre). Finalment, el sector 14 (altres productes alimentaris i tabac) es comporta a la vegada com a destinació del sector 1 (productes de l'agricultura) i com a origen dels sectors 11 (aliments preparats per a animals) i 12 (pa i productes de fleca i pastisseria).

Inputs directes i inputs indirectes: Es considera que un sector és input directe d'un altre quan hi ha un arc que els uneix. D'altra banda, un sector és input indirecte d'un altre quan hi ha una cadena d'arcs que permet anar de l'un a l'altre. Per exemple, el sector 11 (aliments preparats per a animals) és input directe del 2 (productes de la ramaderia), que al seu torn és input directe del 15 (productes lactis i gelats). Per tant, el sector 11 és input indirecte del 15. En altres paraules, hi ha una relació de transitivitat.

Sectors autodependents: Es considera que un sector és autodependent quan és a la vegada origen i destinació d'ell mateix (recordem que sempre es parla en termes superiors al lllindar del 4%). En el cas de l'alimentació, el sector 17 (vins i caves) i el sector 10 (olis i greixos vegetals i animals) són autodependents. En el conjunt del graf, fins a un total de 39 sectors, pràcticament un terç del total, són autodependents.

Sectors mútuament dependents: Es considera que 2 sectors són mútuament dependents quan formen una parella on són a la vegada origen i destinació l'un de l'altre. Per exemple, en l'àmbit del metall (al centre del graf) el sector 45 (metalls preciosos i altres metalls no fèrrics) és origen del sector 65 (serveis de reciclatge) i viceversa, el sector 65 és origen del sector 45. La situació de dependència mútua s'ha volgut expressar en el graf amb una simbologia especial, una doble fletxa i un sol requadre per als 2 sec-

tors. La doble fletxa indica la dependència mútua, mentre que el requadre indica que davant de la resta de sectors, els sectors mútuament dependents es comporten com un de sol (en termes de connectivitat). En efecte, si el sector 65 (serveis de reciclatge) és input directe del sector 46 (serveis de fosa de metalls), mitjançant una relació de transitivitat, $45 \rightarrow 65 \rightarrow 46$, el sector 45 és input indirecte del sector 46. De la mateixa manera, si el sector 52 (maquinària d'altres tipus per a usos específics i armes i municions) és input directe del sector 65, mitjançant una relació de transitivitat $52 \rightarrow 65 \rightarrow 45$, el sector 52 és input indirecte del sector 45. Per tant, quan hi ha una parella de sectors mútuament dependents, tots els sectors que siguin origen o destinació directes d'un d'ells ho serà també de l'altre (ni que sigui de manera indirecta), i la manera de visualitzar-ho és representar-los en un sol requadre d'on surten o arriben els arcs que els relacionen amb tercers sectors.

El graf de la TI0C-2001 detecta 3 conjunts de sectors mútuament dependents. El primer és el format pels sectors dels metalls preciosos i altres metalls no fèrrics (45) i dels serveis de reciclatge (65). El segon és el format pels sectors dels serveis d'altres tipus de transport terrestre i de transport per canonada (78) i dels serveis afins al transport (81). Finalment, el format pels sectors dels serveis de comerç a l'engròs i intermediaris, excepte vehicles de motor (73), i els serveis de publicitat (95), que conformen el grup de la publicitat i comerç a l'engròs i constitueixen un grup que és input, bé sigui de manera directa o indirecta, de bona part de l'economia catalana, en concret de 51 sectors (28 de manera directa i 23 de manera indirecta).³ Per simplificar visualment el graf, s'ha optat per incloure dins una gran caixa la majoria dels 28 sectors que en són destinació directa i reemplaçar els arcs que parteixen dels sectors 73 i 95 per un sol arc adreçat a la caixa. Així s'evita en gran manera ha-

3. S'ha de tenir present que la intensa relació entre els serveis de comerç a l'engròs i la majoria de branques industrials prové de l'opció metodològica de valorar la TI0C a preus bàsics. Si la TI0C estigués valorada a preus d'adquisició aquest vincle seria molt més feble.

ver de dibuixar molts arcs que inevitablement es creuarien entre si i dificultarien l'anàlisi del graf.

Sectors múltiplement origen: Es considera que un sector és múltiplement origen quan és input directe de 3 o més sectors (sense contar-lo a ell mateix). En el graf, aquests sectors s'han marcat amb una el·lipse al voltant del seu rectangle, amb l'objectiu de poder-ne remarcar la importància. Des del punt de vista qualitatiu, són sectors clau dins de l'estructura econòmica, atès que la seva influència es fa palesa en diferents àmbits, i són bàsicament de 2 tipus: les principals matèries primeres i els principals serveis. Es tracta dels sectors següents: coc, productes de refinació del petroli i combustibles nuclears (30), productes de matèries plàstiques (39), treballs de construcció d'edificis residencials (69), serveis immobiliaris (88), serveis de telecomunicacions (84), serveis de mediació financera, excepte assegurances i plans de pensions (85), i les agrupacions de serveis al transport (78+81) i publicitat i comerç a l'engròs (73+95).

Sectors múltiplement destinació: Es considera que un sector és múltiplement destinació quan és output directe de 3 o més sectors (sense contar-lo a ell mateix). Aquesta categoria es defineix en contraposició a la del paràgraf anterior, encara que la seva importància és molt menor. Es tracta dels serveis proporcionats per associacions (117), de l'agrupació de la publicitat i el comerç a l'engròs (73+95) i de l'agrupació de metalls preciosos i altres metalls no fèrrics (45) amb els serveis de reciclatge (65).

El graf de dependència dels 122 sectors de l'economia catalana ha de condensar de manera visual molta informació i ha de complir uns criteris bàsics d'estètica i estructuració. Per potenciar la claredat s'ha evitat que es produeixi el creuament de 2 fletxes. En la majoria dels casos això ha estat possible posicionant cada sector origen a la vora de les seves destinacions. Això ha resultat fàcil en el cas de l'agricultura, ramaderia i pesca i la indústria i més complicat en el cas de la construcció i els serveis. La dificultat

per complir aquesta norma és proporcional a la quantitat d'arcs que parteixen de cada sector i el cas extrem és el de la publicitat i comerç a l'engròs, que constitueix un grup origen de 28 arcs. La solució adoptada ha estat substituir la majoria dels arcs per un de sol i emmarcar la majoria dels sectors destinació dins d'un únic requadre, que apareix en el centre de la figura. Així doncs, el requadre gran del graf no s'ha de llegir com una agrupació conceptual de sectors (a diferència dels rectangles marcats amb línia discontinua, que sí que ho són), sinó que ha de ser interpretat com un gran conjunt divers de sectors que són output directe de la publicitat i comerç a l'engròs. Una altra decisió estètica ha estat com representar els sectors autodependents. En principi, per a cada un dels 39 sectors que són input directe d'ells mateixos s'hauria de dibuixar un arc amb origen i destinació al mateix sector. Aquesta informació és útil, però des del punt de vista de la connectivitat dels sectors té una utilitat molt limitada. Per evitar la pèrdua de claredat global que representaria la inclusió d'aquests arcs, s'ha optat per eliminar-los i marcar els sectors autodependents amb un rectangle de fons gris.

Seguint el mateix criteri, s'ha optat per no representar gràficament les relacions de dependència directa superiors al llindar $p = 4\%$ però que es poden deduir del mateix graf per transitivitat: si segons la TIOC es compleix $A \rightarrow B \rightarrow C$ i també $A \rightarrow C$, no es dibuixa l'arc $A \rightarrow C$ perquè els arcs $A \rightarrow B \rightarrow C$ ja informen sobre la connectivitat entre A i C. Per exemple, la preparació i filatura de fibres tèxtils (19) és un input directe de l'acabament de tèxtils i fabricació d'altres articles (20), que al seu torn és input directe de la fabricació de teixits de punt (21). Aquestes relacions queden representades com $19 \rightarrow 20 \rightarrow 21$ i per transitivitat es dedueix que la preparació i filatura de fibres tèxtils (19) és input indirecte de la fabricació de teixits de punt (21). Doncs bé, en la TIOC-2001 també és un input directe i s'hauria de representar amb l'arc $19 \rightarrow 21$. Anàlogament succeeix amb les relacions $19 \rightarrow 22$ i $20 \rightarrow 22$. La representació d'aquestes relacions restaria claredat al graf i en termes de con-

nectivitat no aporta gaire informació addicional, per això s'ha optat per no grafiar-les.

El principal objectiu del graf és presentar les interrelacions sectorials de l'economia catalana. Amb aquesta finalitat, s'han dibuixat uns rectangles amb línia discontinua que emmarquen els sectors que presenten connectivitat interna (en altres paraules, que estan units per arcs) i que tenen una correspondència conceptual amb alguna branca d'activitat de l'economia catalana. Tal és el cas, per exemple, de l'alimentació o la construcció d'obra civil. Hi ha sectors que no presenten connectivitat amb la branca de l'economia a la qual pertanyen. En el cas que no estiguin relacionats amb cap altre sector, com és el cas de l'elaboració de begudes alcohòliques diferents de vins i caves (16), s'han representat dins del rectangle de la seva branca econòmica. En canvi, si el sector està relacionat amb altres branques es representa fora del rectangle. Aquest és el cas de la pesca (5), que és un sector destinació de la fabricació d'altres materials de transport (62). Malgrat que la pesca se situa conceptualment en l'entorn de l'alimentació, la taula input-output identifica un nexa entre el sector de la pesca i els sectors relacionats amb el motor (ja que dins dels altres materials de transport s'hi inclou la construcció i reparació naval). D'altra banda, per facilitar a l'usuari l'anàlisi visual dels resultats també s'han dibuixat rectangles per a les diverses branques econòmiques malgrat que presentin una connectivitat interna baixa o nul·la. Tal és el cas de l'Administració pública, les activitats empresarials o la indústria química. Cal tenir present que, a causa de les connexions indicades pel graf, hi ha sectors de l'economia que queden fora del rectangle corresponent a la seva branca. És el cas, per exemple, de la indústria química, que comprèn els sectors del 31 al 37. La fabricació de productes bàsics de química orgànica, adobs i fertilitzants (32) ha quedat relacionada amb la refinació del petroli (30), ja que utilitza productes d'origen petroquímic. Finalment, la posició dels sectors dins del graf és una eina important per ajudar a comprendre'ls. En termes generals, s'ha intentat representar a la dreta l'agricultura, la construcció i la

indústria, reservant l'esquerra per als serveis. D'altra banda, alguns sectors no queden emmarcats dins de cap agrupació clarament identificable ni connectats amb la resta de sectors. En aquests casos s'han situat a la vora dels sectors amb una numeració propera. Com a exemple d'això tenim la silvicultura i explotació forestal (4), que s'ha situat al costat del sector agroalimentari per ser la branca on hi ha l'agricultura (1) i la ramaderia (2), o la fabricació de productes ceràmics, rajoles i productes de terra cuita per a la construcció (41), que s'ha situat al costat de la fabricació de ciment, calç i guix (42).

4

Anàlisi de resultats

Les classificacions econòmiques amb finalitats estadístiques s'agrupen en dos grans tipus: les d'activitats econòmiques i les de productes. Les classificacions d'activitats econòmiques es conceben per classificar les unitats productives segons el tipus d'activitat a què es dediquen, amb vista a l'elaboració d'estadístiques sobre els aspectes relacionats amb el seu funcionament econòmic: producció, utilització dels factors de producció (treball, capital, materials) o rendibilitat. La classificació econòmica de referència és la classificació catalana d'activitats econòmiques (CCAE-93 rev. 1), que està estructurada d'una manera jeràrquica piramidal en cinc nivells més un nivell intermedi: seccions, subseccions, divisions, grups, classes i subclasses. La TIOC-2001 defineix una nova sectorització, que d'una banda ha de garantir la màxima comparabilitat amb la taula espanyola i la taula de Catalunya 1987 i de l'altra ha de permetre una representativitat vàlida del teixit econòmic del territori català i també des del punt de vista de la significació empresarial dels sectors. Així, s'ha incrementat de manera notable el nombre de branques en comparació amb altres taules d'àmbit estatal. En l'anàlisi de resultats que es farà a continuació es prendran com a unitat bàsica els 122 sectors de la TIOC-

2001, a partir dels quals s'han detectat unes agrupacions que anomenarem agrupacions de sectors o d'activitats. En sentit estricte no es corresponen amb cap de les desagregacions piramidals de la CCAE-93, ja que, en virtut de les relacions intersectorials, poden contenir sectors que en una classificació piramidal apareixen allunyats. A tall d'exemple, el sector del turisme comprèn el sector de l'hostaleria (secció H de la CCAE-93) i el de les agències de viatges (activitat afi al transport inclosa en la secció I).

El graf de dependència entre els 122 sectors de la TIOC-2001 mostra de manera visual i condensada les relacions intersectorials de l'economia catalana. Partint d'un fonament quantitatiu com són els coeficients tècnics de la TIOC-2001, s'assoleix una descripció qualitativa de l'economia. La primera observació general és la clara distinció existent entre la majoria dels sectors industrials i els sectors de serveis, entesos en un sentit ampli. La construcció queda situada en la frontera d'aquests 2 grans grups. A la dreta apareixen la indústria agroalimentària (que inclou l'agricultura i la ramaderia), la branca del tèxtil i mobiliari, la indústria del paper, la química, la metal·lúrgica, la branca de la maquinària, la del motor i la construcció. A l'esquerra apareixen el transport, les finances, les activitats empresarials, l'Administració pública, la sanitat, l'educació, els serveis socials i les activitats socials. La construcció, repartida entre obra civil i edificació residencial, apareix a la part central del graf. El sector immobiliari i el turisme han quedat situats a la banda dreta del graf, per la impossibilitat de situar-los físicament al costat esquerre sense haver de fer creuaments entre els arcs, però de fet no tenen connectivitat amb els sectors industrials, sinó amb la construcció. Com a excepció a aquesta regla general de posicions, la indústria de l'edició i arts gràfiques i les indústries energètiques apareixen a l'esquerra, molt relacionades amb els serveis.

Una de les característiques d'un graf és la capacitat d'estar orientat: més enllà del sentit de la unió entre cada parell de sectors, es pot deduir un flux orientat de la informació. En el cas del graf de les relacions intersectorials de l'economia catalana, s'ob-

serva un flux general d'esquerra cap a dreta, dels serveis cap a la indústria. El nucli del flux està situat en el sector de la publicitat i comerç a l'engròs, que representa un input de la majoria dels sectors industrials i alimenta transversalment les branques de la indústria agroalimentària, la del tèxtil i mobiliari, la química, la metal·lúrgica, la fabricació de maquinària, la indústria del motor i la construcció residencial. D'altra banda, són poques les relacions en sentit invers, en què la indústria sigui input de la construcció o els serveis. L'exemple principal el constitueixen les indústries energètiques, que són input del transport, i la indústria de la maquinària, que és input de la construcció d'obra civil.

En l'àmbit dels serveis es poden diferenciar 2 grans grups, en funció del grau de relació amb la resta dels sectors econòmics: un grup de connectivitat alta i un de connectivitat baixa. El primer grup està format per les finances, les activitats empresarials, el transport i els serveis de publicitat i comerç a l'engròs. El segon grup està format, bàsicament, pel que es pot anomenar serveis públics: sanitat, Administració pública, educació, serveis socials i activitats socials. De tota manera, dins del grup de connectivitat baixa també es pot incloure el turisme, que només requereix com a input el sector immobiliari. La connectivitat baixa d'aquests sectors és un resultat previsible, ja que es tracta de sectors en els quals els consums intermedis tenen un pes molt limitat dins del total de la funció de producció. El sector de la construcció es comporta com a pont entre la indústria i els serveis, ja que l'obra civil requereix el transport i les finances, però també les indústries extractives i la maquinària. De la seva banda, la construcció residencial serveix com a input del sector immobiliari i, de manera indirecta, del turisme (fonamentalment, els càmpings i hotels). Finalment, dins de la indústria, la maquinària i les matèries plàstiques serveixen d'input per a la metal·lúrgia, mentre que el sector químic alimenta la indústria del paper i la tèxtil. La indústria agroalimentària (incloent-hi l'agricultura i la ramaderia) i la del motor presenten un nivell alt de connectivitat interna, però poca connectivitat amb la

resta de la indústria, de manera que tenen un fort component autoproveïdor.

L'economia catalana presenta poques situacions de dependència mútua, fet que reforça el caràcter direccional del graf. En concret, són 3 les parelles de sectors mútuament dependents: una en la publicitat i comerç a l'engròs, una en la metal·lúrgia i una en el transport. També és important fer notar que l'economia catalana només presenta una situació cíclica de dependència, la formada pel comerç a l'engròs (73), l'edició (28) i la publicitat (95): 73→28→95→73. Per tant, es pot concloure que l'economia catalana presenta relacions de dependència intersectorial que són orientades, amb sectors origen, sectors intermedis i sectors destinació, i només ocasionalment sectors mútuament dependents.

El graf de dependència entre els 122 sectors de la TIOC-2001 serveix per identificar unes agrupacions de sectors, que es poden definir com un conjunt de sectors amb afinitat conceptual i connectivitat en el graf. El quadre 5 mostra la llista de les agrupacions de sectors que apareixen en l'estudi de les relacions intersectorials de l'economia catalana.

Quadre 5

Agrupacions de sectors identificades pel graf de dependència de la TIOC-2001	
- sector agroalimentari	- energia
- indústria tèxtil i del mobiliari	- mediació financera
- indústria metal·lúrgica	- transports
- sector del motor	- edició i arts gràfiques
- construcció d'obra civil	- turisme

El sector agroalimentari comprèn els productes de l'agricultura i la ramaderia, i part de la indústria de l'alimentació, amb una clara relació en cadena. La producció agrícola (1) és input de la fabricació d'altres productes alimentaris i tabac (14), que juntament amb la fabricació de greixos i olis (10) són input de la fabricació de productes per a l'alimentació animal (11), que al seu torn és input per a la producció ramadera (2). Aquesta serveix d'input tant per a les indústries làcties (15) com per al sacrifici de bes-

tiar i conservació de la carn (8), a partir de la qual es fa la fabricació de productes carnis (9). D'altra banda, la fabricació de productes de molinaria i d'altres productes alimentaris (14) serveix per a l'elaboració de pa, productes de fleca i pastisseria (12). L'elaboració de vins i caves (17) es nodreix tant de la producció agrícola (1) com de la fabricació del vidre (40). En canvi, l'elaboració de begudes alcohòliques diferents de vins i caves (16) i la indústria del sucre, cacau, xocolata i confiteria (13) es poden emmarcar conceptualment dins del sector agroalimentari, però no presenten cap relació de dependència amb la resta del grup. De la seva banda, el bloc de la publicitat i comerç a l'engròs és important per a la producció agrícola, la indústria del sucre i confiteria i la indústria làctia. És important notar com el sector agroalimentari requereix un input extern, el vidre, però no presenta cap relació amb altres sectors primaris com són la pesca (5) i la silvicultura i l'explotació forestal (4).

La indústria tèxtil i del mobiliari presenta també una clara relació input-output en cadena. La preparació i filatura de fibres tèxtils i fabricació de teixits (19) és input tant de la confecció de peces de cuir i pelleteria (23) com de l'acabament de tèxtils (20), que al seu torn és necessària per a la fabricació de teixits de punt (21), i aquesta ho és per a la confecció de roba interior i altres peces de vestir exteriors (22). La indústria química, en concret la fabricació de colorants (31), és un input necessari per al tèxtil. D'altra banda, la indústria de la fusta i el suro (25) junt amb l'acabament dels tèxtils (20) són necessaris per a la fabricació de mobiliari (63). La indústria del cuir i el calçat (24) s'inclou conceptualment en aquesta agrupació, però no presenta connectivitat amb la resta del sector.

El nucli de la indústria metal·lúrgica està format per la producció i transformació de metalls preciosos (45) i el reciclatge (65), sectors mútuament dependents que requereixen la fabricació de maquinària d'altres tipus per a usos específics (52), la fabricació de productes de matèries plàstiques (39) i les activitats de sanejament públic (116). De la seva banda, constitueixen els inputs necessaris per a la fabricació

de productes de ferro, acer i ferroaliatges (44) i la fosa de metalls (46).

El sector del motor constitueix un grup bastant tancat. La forja, estampació i tractament de metalls i l'enginyeria mecànica general (48) juntament amb la fabricació d'accessoris no elèctrics per a vehicles de motor (61) constitueixen els inputs de la fabricació de vehicles de motor i de carrosseries per a vehicles (60), que a la vegada és necessària per a la fabricació d'altres materials de transport (62). La fabricació d'accessoris no elèctrics per a vehicles de motor també és input de la venda, manteniment i reparació de vehicles de motor (72), que a la vegada contribueix al lloguer d'automòbils (89). Uns altres sectors relacionats amb el sector del motor són la fabricació de vàlvules i altres components electrònics (57), el transport per ferrocarril (77), que requereix els recanvis de material ferroviari, i la pesca (5), que requereix la construcció i reparació naval.

La construcció d'obra civil comprèn l'extracció de minerals (7), per a la qual són necessaris la mediació financera (85), la fabricació de maquinària per a usos específics (52) i les activitats de transport terrestre (78) i afins al transport (81). L'extracció de minerals juntament amb la fabricació de ciment, calç i guix (42) són necessaris per a la fabricació d'elements de formigó, guix i ciment (43), que al seu torn ho és finalment per a la construcció d'obres d'enginyeria civil.

El sector de l'energia té com a origen la refinació del petroli i el tractament de combustibles nuclears (30), que amb les telecomunicacions (84) són necessaris per a la producció i distribució d'energia elèctrica (66), que al seu torn es fa servir per a la captació, potabilització i distribució d'aigua (68). En canvi, la producció i distribució de gas no presenta connectivitat amb la resta del sector. Com a outputs del sector energètic s'identifiquen la fabricació de productes bàsics de química orgànica (32), situats en l'entorn de la petroquímica, i el transport aeri i espacial (80).

El sector de la mediació financera (85) junt amb les activitats auxiliars de la mediació financera (87), on s'inclou la mediació d'assegurances, constitueix

xen els inputs necessaris per a les assegurances i plans de pensions (86). La mediació financera és un input tant per a les activitats de lloguer, excepte d'automòbils (90), com per a les indústries extractives, bé sigui l'extracció de productes energètics (6) o l'extracció d'altres minerals (7).

Els transports són una altra de les agrupacions identificades pel graf. El seu nucli el constitueixen les activitats afins al transport (81), on s'inclouen els ports, aeroports i autopistes, i els altres tipus de transport terrestre i per canonada (78), que són mútuament dependents. Aquest nucli constitueix l'input per a la resta del sector, format pel transport marítim (79) i el transport aeri i espacial (80), i també per al sector de la publicitat i el comerç a l'engròs. El sector del transport està relacionat amb altres sectors, ja que és un input de la construcció d'obra civil, en concret de l'extracció d'altres minerals, però a la vegada requereix els inputs de l'energia (refinació del petroli) i els serveis empresarials (les altres activitats de lloguer). En canvi, el sector del transport no presenta connectivitat amb el transport per ferrocarril (77), que està situat en l'òrbita del sector del motor, ja que els recanvis de material ferroviari estan dins dels altres materials de transport (62).

La indústria de l'edició i arts gràfiques presenta una forta connectivitat amb el sector de la publicitat i comerç a l'engròs (73 i 95), a la vegada que serveix d'input a les activitats associatives (117). Des del punt de vista intern, el sector de les arts gràfiques (29) alimenta el sector de l'edició (28).

El sector del turisme està format pels hotels, càmpings i altres tipus d'allotjament (75) i les agències de viatges i operadors turístics (82). Els restaurants i establiments de begudes (76) s'inclouen conceptualment en aquest sector, encara que no presenten connectivitat. L'únic input significatiu d'aquest sector el constitueixen les activitats immobiliàries (88). Cal fer notar que els restaurants i establiments de begudes tampoc presenten cap relació de connectivitat amb els components del sector agroalimentari individualment; això és conseqüència del grau de detall de la classificació dels productes alimentaris.

L'anàlisi del graf dels 122 sectors de l'economia catalana permet detectar les agrupacions de sectors amb afinitat conceptual i relació de dependència, però per entendre les relacions intersectorials també és important fixar l'atenció en els sectors múltiples origen (aquells que es comporten com a input directe de 3 o més sectors), ja que proporcionen informació qualitativa molt valuosa sobre els fluxos intersectorials. Des d'aquest punt de vista, el principal sector és el de la publicitat i comerç a l'engròs, ja que es comporta com un input directe d'un total de 28 sectors distribuïts principalment per bona part de les branques de la indústria (agroalimentària, tèxtil i mobiliari, edició, motor, metal·lúrgia, maquinària, química), a més de la construcció residencial i puntualment dels serveis públics (activitats socials i educació). Les telecomunicacions (84) constitueixen un recurs necessari per a les activitats informàtiques (91), l'ordre públic, seguretat i activitats de protecció civil (100), la publicitat (95) i la producció i distribució d'energia elèctrica (66). La refinació del petroli i el tractament de combustibles nuclears (30) contribueix al transport aeri i espacial (80), a la producció i distribució d'energia elèctrica (66) i a la fabricació de productes bàsics de química orgànica (32) (alguns dels quals són derivats de la indústria petroquímica). Les activitats afins al transport (81) i els altres tipus de transport terrestre i per canonada (78) són un input necessari per a la resta del sector del transport i per al comerç a l'engròs (73). La mediació financera (85) és un recurs necessari per a l'extracció de productes energètics (6), per a l'extracció d'altres minerals (7), per a la resta del sector financer i per a altres activitats de lloguer (90). Les activitats immobiliàries es comporten com a input del comerç al detall (74), del turisme (hotels, càmpings i altres tipus d'allotjament) i de les activitats veterinàries. Com es pot observar, els serveis constitueixen la branca de l'economia on hi ha la majoria dels sectors múltiples origen, fet que es tradueix en una interrelació major entre els diferents sectors de l'economia. En la branca de la construcció apareix la construcció d'obra residencial (69) com a sector múltiples origen, ja

que és un recurs necessari per al sector immobiliari (88), per a l'extracció de productes energètics (6), per als serveis agrícoles i ramaders (3) i per a les activitats de sanejament públic (116). Per entendre aquestes relacions cal tenir present que en la construcció residencial s'hi inclouen tasques d'instal·lació, reparació i manteniment d'immobles. Finalment, dins de la branca de la indústria, només apareix un sector múltiplesment origen, la fabricació de productes de matèries plàstiques (39). Aquest sector és necessari per a la fabricació de transmissors i aparells de radio-telefonía, aparells de recepció i reproducció de so i imatge (58), per a la producció d'aigües minerals i begudes no alcohòliques (18) i per al reciclatge (65).

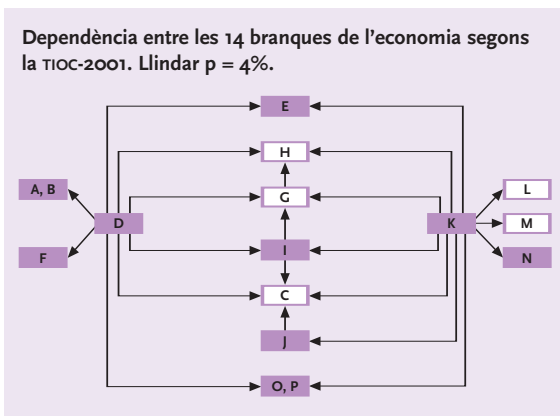
La TIIOC-2001 proveeix informació sobre les relacions de dependència existents entre els 122 sectors de l'economia catalana, relacions que es visualitzen en el graf. Però també és possible una lectura complementària del graf, la corresponent a les relacions no existents. La primera observació és el nivell de connectivitat baix o nul que presenten els sectors dels serveis públics: sanitat, Administració pública, educació, serveis socials i activitats socials. Només les activitats associatives (117), on hi ha les organitzacions empresarials, sindicals, polítiques i religioses entre d'altres, presenten un grau de connectivitat alt, ja que es nodreixen de les altres activitats empresarials (94), les arts gràfiques (29) i la construcció d'edificis no residencials (70). També resulta interessant analitzar com alguns sectors de l'economia que conceptualment estan dins d'una mateixa branca (com ara la construcció o el comerç), des del punt de vista de les relacions intersectorials apareixen de manera separada. Les indústries extractives tenen relació amb la mediació financera, però mentre l'extracció de productes energètics (6) és output de la construcció residencial, l'extracció d'altres minerals (7) és input de l'obra d'enginyeria civil. En la indústria de l'elaboració de begudes, la relació principal la determina el continent, ja que mentre l'elaboració de vins i caves està relacionada amb la fabricació de vidre (40), la producció d'aigües minerals i begudes no alcohòliques està relacionada amb la fabricació de

matèries plàstiques (39). La branca de la construcció consta de 3 sectors que apareixen sense relació entre ells: la construcció d'edificis residencials (69) apareix en l'entorn del sector immobiliari (88), la construcció d'edificis no residencials (70) apareix en relació amb les activitats associatives (117) i les obres d'enginyeria civil (71) constitueixen el nucli d'un sector ben identificat. El comerç és una altra branca amb sectors de connectivitat molt diferents: la venda, manteniment i reparació de vehicles de motor (72) formen part del sector del motor, i mentre que el comerç a l'engròs (73) és un recurs de moltes branques de la indústria, el comerç al detall (74) només es comporta com un ús de les activitats immobiliàries (88). Finalment, la branca de la indústria química (30-37) i la branca de la indústria de la construcció i fabricació de maquinària i equips mecànics i materials elèctrics (50-56) presenten una connectivitat molt baixa, tant entre els sectors que les componen com amb la resta de branques de l'economia.

La TIIOC-2001 proporciona informació detallada dels 122 sectors. L'estudi de la matriu de coeficients tècnics interiors permet construir el graf de les relacions intersectorials de l'economia catalana i extreure'n conclusions. Els lectors es poden preguntar si els resultats són coherents amb el comportament de les principals branques de l'economia. A fi de respondre a aquesta pregunta s'ha elaborat el graf de dependència entre les 14 branques de l'economia segons la TIIOC-2001 (vegeu el gràfic 2).

L'estructura del gràfic 2 és molt clara: les indústries manufactureres (D) i les activitats immobiliàries i serveis empresarials (K) constitueixen conjuntament els recursos de la majoria de les branques: indústries extractives (C), indústries energètiques (E), comerç (G), hostaleria (H), transports i comunicacions (I) i altres serveis socials (O, P). Les indústries manufactureres (D) constitueixen per si soles un recurs de l'agricultura, ramaderia, caça, silvicultura i pesca (A, B) i de la construcció (F), mentre que les activitats immobiliàries i serveis empresarials (K) ho són de la mediació financera (J), l'Administració pública (L), l'educació (M) i la sanitat i serveis socials (N). A més,

Gràfic 2



- A,B: Agricultura, ramaderia, caça, silvicultura, pesca
- C: Indústries extractives
- D: Indústries manufactures
- E: Indústries energètiques
- F: Construcció
- G: Comerç
- H: Hostaleria
- I: Transports i comunicacions
- J: Mediació financera
- K: Activitats immobiliàries i serveis empresarials
- L: Administració pública
- M: Educació
- N: Sanitat i serveis socials
- O,P: Altres activitats socials

Cada fletxa indica que un sector és input directe d'un altre amb una intensitat superior a un llindar (en aquest cas del 4%)

■ Aquest símbol correspon als sectors que són origen i destinació d'ells mateixos

els transports i les comunicacions (I) constitueixen un input del comerç (G), que al seu torn ho és de l'hostaleria (H). La mediació financera (J) junt amb els transports i les comunicacions (I) constitueixen un input de les indústries extractives (C).

Aparentment, aquests resultats podrien contradir alguns resultats obtinguts a partir de la TIOC-2001 en 122 sectors, en què les indústries manufactures no es comporten com a input de la resta de sectors, sinó més aviat com a output del nucli de la publicitat i el comerç a l'engròs. De la mateixa manera, la construcció apareix en el gràfic 2 clarament com a output de les indústries manufactures quan en el gràfic 1 no ho sembla. La contradicció és només aparent i apareix com a producte de l'asimetria de la segmentació

conceptual que hi ha entre les 2 classificacions, ja que la branca de les indústries manufactures (D) correspon a un total de 58 dels 122 sectors (pràcticament el 50%) i per tant acumula una gran part dels recursos necessaris per a la resta de branques. La informació del graf de les 14 branques és molt clara en l'àmbit macroeconòmic, però la informació de les relacions entre els 122 sectors és molt més rica i detallada. Així, per exemple, la relació de la indústria manufacturera com a input de l'agricultura apareix en el gràfic 1 molt detallada i permet definir l'agrupació "indústria agroalimentària". Al seu torn, la relació de la indústria manufacturera com a input de la construcció apareix concretada en l'ús que l'obra civil (71) fa dels materials de construcció (42, 43), i permet la creació de l'agrupació "construcció d'obra civil". La participació de la indústria manufacturera com a input dels transports correspon al sector de la refinació del petroli (30). Finalment, la desagregació en 122 sectors informa del baix nivell de dependència interna de branques de l'economia com són la construcció, el comerç o les indústries manufactures.

5

Conclusions

L'Idescat ha presentat els resultats definitius de les taules input-output de Catalunya 2001 (TIOC-2001), entre els quals hi ha la matriu de coeficients tècnics interiors en 122 sectors. S'ha aplicat la teoria matemàtica de grafs per portar a terme una anàlisi qualitativa de les relacions intersectorials de l'economia catalana. El resultat principal de l'anàlisi és el graf de les relacions intersectorials, un producte que permet visualitzar de manera global i resumida l'estructura productiva de l'economia catalana. L'estudi del graf permet determinar una distinció clara entre els sectors industrials i els sectors de serveis, sobre la base del seu grau de connectivitat i del fet de comportar-se com a origen o destinació de la resta de sectors. Dins dels sectors de serveis hi ha una clara separació entre els serveis públics (Administració pública, educació,

sanitat, serveis socials i activitats socials) i la resta de serveis. Els primers mostren una connectivitat molt baixa, causada pel pes de la remuneració d'assalariats, mentre que els altres serveis mostren un grau de connectivitat alt entre ells i puntualment amb els sectors industrials, a excepció del turisme, que també presenta un grau baix d'interdependència. Pel que fa a la indústria manufacturera, s'observa una connectivitat baixa entre els subsectors que la componen, i fins i tot es pot parlar d'un fort component autoproveïdor en el sector del motor i el sector agroalimentari (incloent-hi l'agricultura i ramaderia). Amb un comportament oposat hi ha el sector format pels serveis de publicitat i comerç a l'engròs, que conjuntament es constitueixen com a proveïdors transversals de les diferents indústries. Finalment, sobre la base de les relacions de dependència i connectivitat, el graf permet identificar un conjunt d'agrupacions d'activitats que bàsicament coincideixen amb les de la CCAE, però que presenten diferències puntuals, bé sigui per la inclusió o bé per l'exclusió de sectors afins.

6

Referències bibliogràfiques

GARCÍA MONTOYA, M.A.; ZÁRRAGA CASTRO, A.; CASTRO IÑIGO, B. *Relaciones intersectoriales en la C. A. de Euskadi en base a las tablas input-output 1995: Análisis factorial y comparación con los resultados de 1990*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. EPV/EHU, 1999.

MORILLAS, A. "Cambios en la estructura productiva española, 1980-1995. Un análisis estructural mediante la teoría de grafos". A: Ramos Carvajal, C. i Tarancón Morán, M.A. (coord.). *Estructura Input-Output y Dinámica Económica*. Editorial Club Universitario, 2004.

PULIDO, A.; FONTELA, E. *Análisis input-output. Modelos, datos y aplicaciones*. Madrid: Ediciones Pirámide, 1993.

ROY, B. *Algèbre moderne et théorie des graphes orientées vers les sciences économiques et sociales*. Tom I. París: Dunod, 1969.

TARANCÓN MORÁN, M.A. *Técnicas de análisis económico Input-Output*. Editorial ECU, 2003.