

Desde el punto de vista del diagnóstico de los sectores económicos resulta relevante el conocimiento de las interdependencias entre los mismos, especialmente en el caso de los sectores manufactureros, que presentan un mayor o menor efecto arrastre aguas arriba o empuje aguas abajo en función de su ubicación como eslabones de la cadena de valor global de la economía. En la presente nota se describen un conjunto de indicadores que tratan de cuantificar este tipo de efectos de intersectorialidad en diversas variables, así como otros aspectos estructurales relevantes obtenidos a partir de una explotación de las Tablas Simétricas Input-Output (TSIO), tanto de manera directa como a través de los diferentes modelos clásicos de Leontieff.

## INDICADORES DE INTERSECTORIALIDAD DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA ESPAÑOLA

Esquemáticamente una TSIO convencional está formada por tres grandes bloques o matrices, en los que para cada sector de una economía, se reflejan las demandas intermedias, las demandas finales y los componentes de valor añadido:

$x_{ij}$	$dfc_i$	$dfi_i$	$dfx_i$
$ra_j$			
$ebe_j$			
$m_j$			

Con un mayor desglose, las diferentes variables contenidas en la TSIO representan respectivamente:

- $x_{ij}$  consumos intermedios del sector j-ésimo suministrados por el sector i-ésimo
- $dfc_i$  demanda final para consumo del sector i
- $dfi_i$  demanda final para inversión (1) del sector i
- $dfx_i$  demanda final para exportaciones del sector i
- $ra_j$  remuneración a los asalariados del sector j
- $ebe_j$  excedente bruto de explotación del sector j

$m_j$  importaciones de productos producidos por el sector j

Para el sector i-ésimo, del equilibrio entre recursos ( $tr_i$ ) y empleos ( $te_i$ ) se tiene que, siendo  $q_i$  su producción (**lectura por filas de la TSIO**):

$$tr_i = q_i + m_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + dfc_i + dfi_i + dfe_i = te_i$$

Por su parte, y por el lado de los inputs, para el sector j-ésimo se tiene la función de producción (**lectura por columnas de la TSIO**):

$$q_j = x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{nj} + ra_j + ebe_j$$

Las respectivas lecturas de la TSIO por filas y por columnas permiten el cálculo de una serie de indicadores relevantes pero de cómputo sencillo, que se completarán con indicadores resultantes de simulaciones realizadas a partir de los modelos de Leontieff, que exigen un álgebra matricial algo más sofisticada y para cuya formulación se parte de las correspondientes matrices de coeficientes técnicos.

Se define el coeficiente técnico  $a_{ij}$  como la producción del sector i-ésimo destinada al sector j-ésimo expresada en términos unitarios referidos a la producción  $q_j$  del sector j-ésimo, esto es:  $a_{ij} = x_{ij} / q_j$ . Dichos coeficientes técnicos se pueden expresar en términos totales (matriz A de coeficientes técnicos a precios básicos), en términos de la producción inte-

rior (matriz  $A_i$ ) y en términos de las importaciones (matriz  $A_m$ ), lo que permite desarrollar diferentes modelos que a continuación se describen sucintamente.

## LOS MODELOS

**Modelo de Demanda Total.** El modelo de demanda cuantifica en qué medida han de variar las producciones de cada sector ante variaciones en la demanda final, partiendo de una situación de equilibrio original representada por la TSIO. El modelo de demanda total queda formulado mediante la siguiente expresión matricial:

$$X = (I - A)^{-1} * (DF - Import)$$

en donde:

$X$	Vector de producción
$I$	Matriz unitaria
$A$	Matriz de coeficientes técnicos a precios básicos
$DF$	Vector columna de demandas finales
$Import$	Vector columna de importaciones

La matriz  $I - A$  es conocida como «matriz de Leontieff». La matriz  $(I - A)^{-1}$  es pues la denominada «inversa de Leontieff».

Una aplicación directa del modelo de demanda total, considerando tecnologías de coeficientes fijos, es el **Modelo de Multiplicadores de Empleo**. Definiendo los coeficientes de empleo como el ratio entre puestos de trabajo (2) y producción para cada uno de los sectores, se tiene que los puestos de trabajo asociados a una determinada demanda final se calculan como

$$\text{Puestos de Trabajo} = \text{Coeficientes de Empleo} * (I - A)^{-1} * (DF - Import)$$

**Modelo de Demanda Interior.** Cuantifica en qué medida ha de variar la producción ante variaciones en la demanda final interior. Se formula de la siguiente manera:

$$X = (I - A_i)^{-1} * DF_i$$

en donde:

$A_i$	Matriz de coeficientes técnicos de la producción interior
$DF_i$	Vector columna cuyos elementos son la demanda final atendida por la producción interior

La ventaja del modelo de demanda interior frente al

modelo de demanda total es que permite explicitar el hecho de que parte de las necesidades de consumos intermedios son atendidas por importaciones, pudiéndose por tanto calcular efectos **multiplicadores sobre las importaciones intermedias**. En efecto, por definición de matriz de coeficientes técnicos importados, se tiene que la matriz de importaciones intermedias es  $M_i = A_m * X$  de donde, teniendo en cuenta el modelo de demanda interior, se tiene que las importaciones intermedias de cada sector y por tipo de producto se formulan como

$$M_i = A_m * (I - A_i)^{-1} * DF_i$$

**Modelo de Precios Reducido.** El modelo de precios cuantifica cómo afectan a los precios de la producción de cada sector la variación de alguno de los componentes del valor añadido. El modelo de precios reducido (3) se formula matricialmente mediante la siguiente expresión:

$$IPrP = (I - A)^{-1} * (INP1 + RA + EBE + INP2)$$

en donde:

$IPrP$	Vector de precios de producción
$A'$	Matriz traspuesta de coeficientes técnicos a precios básicos
$INP1$	Vector columna en el que sus elementos son los impuestos netos sobre los productos (4) que recaen sobre los consumos intermedios de cada sector
$RA$	Vector columna de la remuneración de asalariados
$EBE$	Vector columna del excedente bruto de explotación
$INP2$	Vector columna de los otros impuestos netos sobre la producción

Es importante matizar que lo que se representa con  $IPrP$  no son precios absolutos, sino índices de precios tomando como unitarios los precios iniciales considerados como base.

**Modelo de Variación Exógena de Precios.** En este modelo se plantea la situación en la que determinados precios pueden fijarse exógenamente –un ejemplo es el caso de precios regulados que son fijados administrativamente– lo cual tiene incidencia en el resto de sectores; por lo que en el modelo se pretende determinar el efecto que tendrá en los precios de producción de los sectores la fijación ajena al equilibrio TSIO de los precios de los productos del sector  $k$ -ésimo. Este modelo queda formulado mediante la siguiente expresión matricial:

$$IPrP' = (I - A'')^{-1} (A_k'' P_k + INP1'' + RA'' + EBE'' + INP2'')$$

**CUADRO 1**  
**INDICADORES CALCULADOS A PARTIR DE LAS TSIO**

Interrogantes	Cálculo	Indicador
¿Cuáles son los empleos a los que se dirige la oferta de las diferentes sectores manufactureros?	Lectura por filas de la TSIO	Destino de la oferta comparado
¿Cuáles son los sectores manufactureros con mayor propensión exportadora?	Lectura por filas de la TSIO	Propensión exportadora
¿Qué sectores manufactureros aumentan más su producción ante un aumento generalizado de la demanda final?	Modelo de demanda total	Sensibilidad de dispersión
¿Cuál es el efecto multiplicador sobre la producción global de un incremento en una unidad en la demanda final de cada sector manufacturero?	Modelo de demanda total	Potencia de dispersión
¿Cuáles son los sectores manufactureros que requieren más empleados por unidad de producción?	Lectura por columnas de la TSIO	Intensidad de empleo
¿Cuántos puestos de trabajo induce en el conjunto de la economía un incremento de una unidad en la demanda final de cada sector manufacturero?	Modelo de demanda total	Potencia de dispersión del empleo
¿Cuál sería el efecto de un incremento sobre los precios de los distintos sectores manufactureros?	Modelo de precios reducido	Sensibilidad ante salarios
¿Cuáles son los sectores manufactureros más dependientes de consumos intermedios provenientes de otros sectores para su producción?	Lectura por columnas de la TSIO	Intensidad en uso de consumos intermedios
¿Cuáles son los sectores manufactureros que necesitan más consumos intermedios importados por unidad de producción?	Lectura por columnas de la TSIO	Propensión importadora de consumos intermedios
¿Cuáles son los sectores manufactureros que necesitan realizar más consumos de origen importado ante un aumento global unitario de la demanda final?	Modelo de demanda interior	Multiplicador de las importaciones intermedias
¿Cuáles son los sectores manufactureros con mayor consumo energético por unidad de producción?	Lectura por columnas de la TSIO	Intensidad energética
¿Cuál sería el efecto sobre los precios de los distintos sectores manufactureros de un incremento de los precios energéticos?	Modelo de variación exógena de precios	Sensibilidad ante precios energéticos

FUENTE: Elaboración propia.

en donde:

- $IPrP'$  Nuevo vector de precios eliminado el correspondiente al sector  $k$ -ésimo para el cual se fijan exógenamente los precios
- $A''$  Matriz resultante de eliminar en la matriz  $A'$  las filas y columnas correspondientes al sector  $k$
- $A_k''$  Traspuesta de la fila correspondiente al sector  $k$  en la matriz  $A'$
- $P_k$  Precio de la producción del sector  $k$  que se fija exógenamente
- $INP1''$  Vector  $INP1$ , al que se ha eliminado el elemento correspondiente al sector  $k$
- $RA''$  Vector  $RA$ , al que se ha eliminado el elemento correspondiente al sector  $k$
- $EBE''$  Vector  $EBE$ , al que se ha eliminado el elemento correspondiente al sector  $k$
- $INP2''$  Vector  $INP2$ , al que se ha eliminado el elemento correspondiente al sector  $k$

## LOS INDICADORES

El cuadro 1 recoge una serie de interrogantes a los que es posible dar respuesta mediante las «mani-

pulaciones» descritas de las TSIO (lectura por filas, por columnas o modelos matriciales), dando lugar a los diferentes indicadores que son objeto de ésta nota.

Partiendo de las tablas simétricas de la producción interior e importaciones a precios básicos del último marco input-output del Instituto Nacional de Estadística (INE) disponible, correspondiente al año 2005, se han construido mediante agregación (5) las correspondientes tablas ajustadas, en la medida de lo posible, a la clasificación sectorial RAMI utilizada en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a efectos de análisis de la industria manufacturera, conforme a las equivalencias que se muestran en el cuadro 2 (en página siguiente).

Para cada uno de éstos sectores, se han calculado los diferentes indicadores seleccionados, cuya definición detallada, valor para cada sector y situación relativa de los mismos se presenta a continuación:

**1 | Destino de la oferta** de los sectores en cuanto a distribución de la demanda intermedia y final (gasto en consumo, formación bruta de capital y exportaciones) de cada uno de ellos en relación al total de sus empleos.

**CUADRO 2**  
**EQUIVALENCIAS SECTORIALES CON LA CLASIFICACIÓN RAMI**

Sector	RAMI	Rama TSIO-2005
Metálicas básicas	05	29 Metalurgia
Productos de minerales no metálicos	07	25 Fabricación de cemento, cal y yeso
		26 Fabricación de vidrio y productos de vidrio
		27 Industrias de la cerámica
Industria química	08	28 Fabricación de otros productos minerales no metálicos
		23 Industria química
Fabricación de productos metálicos	09	30 Fabricación de productos metálicos
Maquinaria y equipo mecánico	10	31 Maquinaria y equipo mecánico
		32 Máquinas de oficina y equipos informáticos
Electrónica y TIC	11	34 Fabricación de material electrónico
		35 Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	12	33 Fabricación de maquinaria y material eléctrico
Fabricación de vehículos de motor y remolques	13	36 Fabricación de vehículos de motor y remolques
Fabricación de otro material de transporte	14	37 Fabricación de otro material de transporte
		12 Industria cárnica
Industrias de alimentación, bebidas y tabaco	15	13 Industrias lácteas
		14 Otras industrias alimenticias
		15 Elaboración de bebidas
		16 Industria del tabaco
		17 Industria textil
Industria textil y de la confección	16	18 Industria de la confección y la peletería
Industria del cuero y del calzado	17 y 18	19 Industria del cuero y del calzado
Industria de la madera y el corcho	19.1	20 Industria de la madera y el corcho
Industrias del papel, edición y artes gráficas	20	21 Industria del papel
		22 Edición y artes gráficas
Industria del caucho y materias plásticas	21	24 Industria del caucho y materias plásticas
Muebles y otras industrias manufactureras	19.2 y 22	38 Muebles y otras industrias manufactureras

FUENTE: Elaboración propia.

Por el destino de su oferta (6) destacan los siguientes sectores; Demanda intermedia: industria de la madera y el corcho, Gasto en consumo: industria del cuero y calzado; Formación bruta de capital: electrónica y TIC; Exportaciones: fabricación de otro material de transporte (gráfico 1).

**2] Propensión exportadora** o porcentaje que suponen para cada sector sus exportaciones en relación a su producción.

Electrónica y TIC es el sector manufacturero con mayor volumen de exportaciones en relación a su producción (gráfico 2).

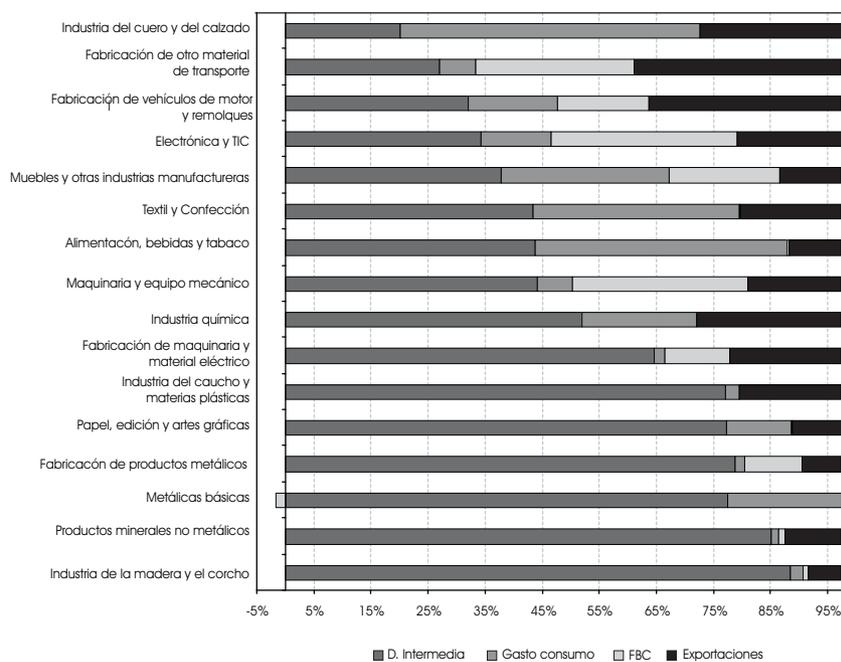
**3] Sensibilidad de dispersión** o cuantía, en términos monetarios, en que debe aumentar la producción de cada sector, al objeto de satisfacer un incremento unitario monetario global –en todos los sectores– de la demanda final. Esta explotación se obtiene directamente aplicando el Modelo de Demanda Total con un vector de demandas unitario (7):  $\Delta X = (I - A)^{-1} * \Delta DF$  con  $\Delta DF = (1 \ 1 \ 1 \dots 1 \ 1)'$

Ante un aumento generalizado de la demanda final, el sector de metálicas básicas es el que experimenta un mayor incremento en la producción (gráfico 3).

**4] Potencia de dispersión** o cuantía, en términos monetarios, en que debe aumentar globalmente la producción ante un incremento unitario monetario de la demanda final de cada uno de los sectores. Para cada sector, se calcula el acumulado de los efectos arrastre (8) que provoca en la totalidad de los sectores (9).

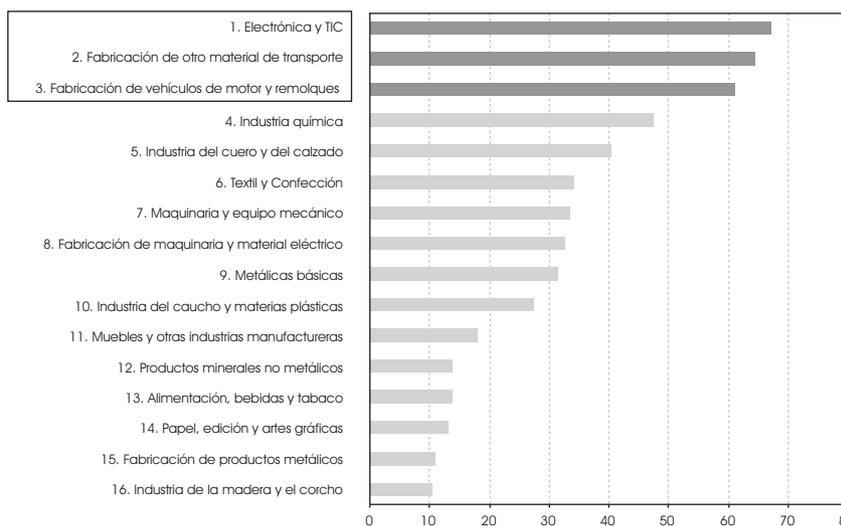
El sector de la automoción es el que dentro de la industria manufacturera presenta un mayor efecto arrastre por ser demandante de un gran número de suministros y servicios industriales.

**5] Intensidad en empleo:** A partir de la tabla simétrica a precios básicos, determinación de los coeficientes de empleo, como el número de empleados que por unidad de producción requiere cada sector.



**GRÁFICO 1**  
**DESTINO DE LA OFERTA**

FUENTE:  
Elaboración propia.



**GRÁFICO 2**  
**PROPENSIÓN EXPORTADORA PORCENTAJE**

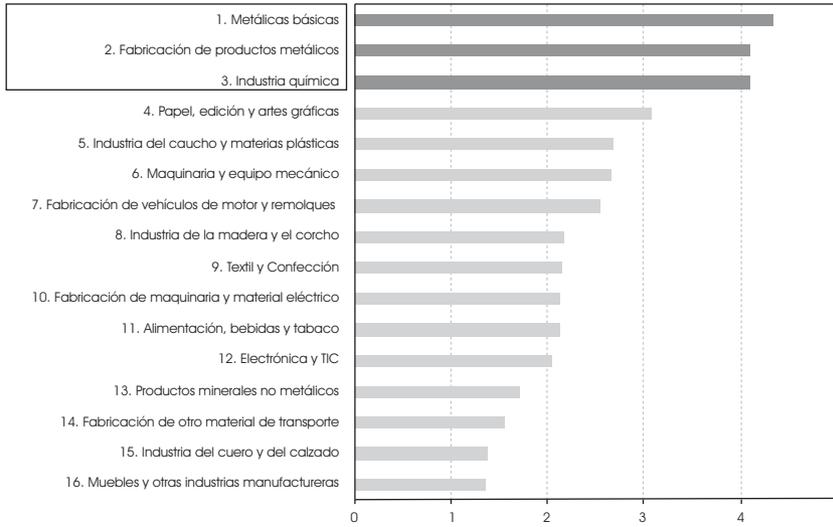
FUENTE:  
Elaboración propia.

El de muebles y otras industrias manufactureras, como consecuencia de su escasa intensidad tecnológica, es el sector manufacturero con mayor intensidad de empleo.

**6 | Potencia de dispersión del empleo** o aumento global –en el conjunto de la economía– del número de puestos de trabajo provocado por un incremento monetario unitario de la demanda final en cada uno de los sectores manufactureros. Para cada sector, es el acumulado de los multiplicadores de empleo (10) en todos los sectores (11).

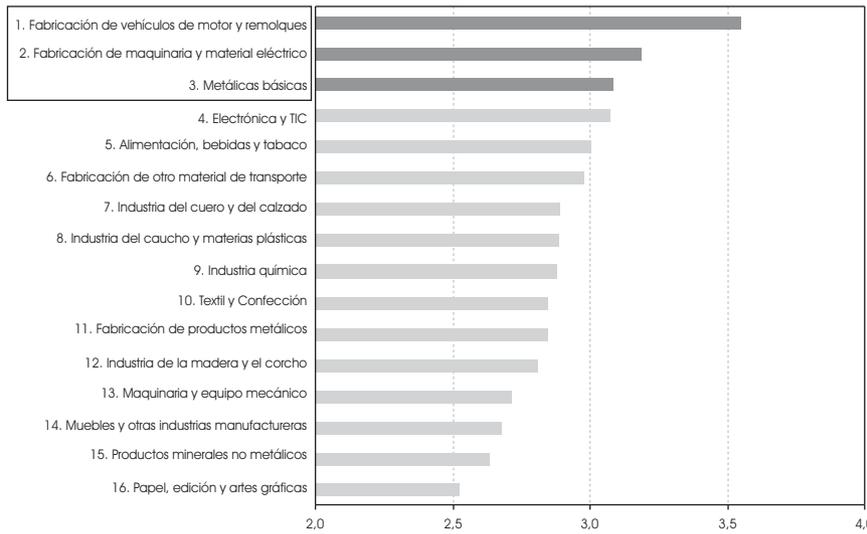
El sector de cuero y del calzado es líder en cuanto al aumento global del número de puestos de trabajo que induce un aumento de la demanda final.

**7 | Sensibilidad ante salarios** o incremento porcentual que experimentan los precios de la producción de los diferentes sectores ante un aumento del 1% en la cuantía de sus salarios. Se trata de una explotación directa del Modelo de Precios Reducido anteriormente descrito con un vector unitario de variaciones de la remuneración a asalariados:  $\Delta IPrP = (I - A)^{-1} * \Delta RA$  con  $\Delta RA = [1 \ 1 \ 1 \dots 1 \ 1]'$



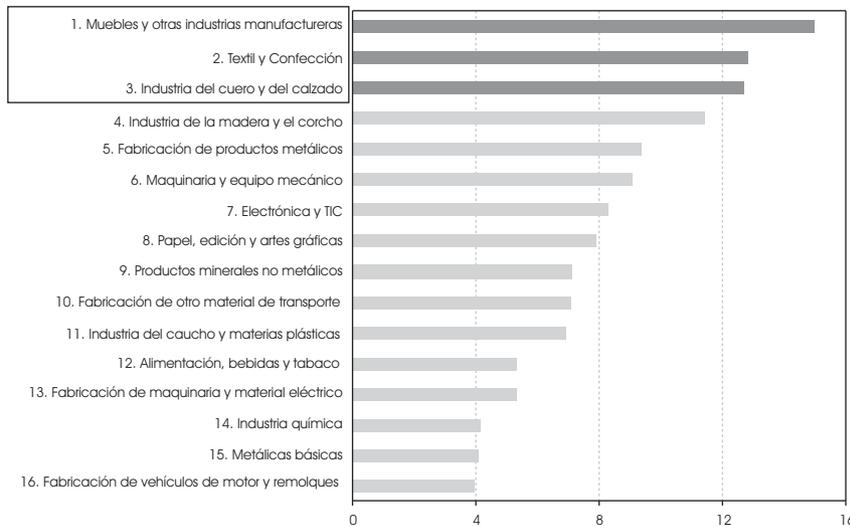
**GRÁFICO 3**  
**SENSIBILIDAD DE DISPERSIÓN**

FUENTE:  
Elaboración propia.



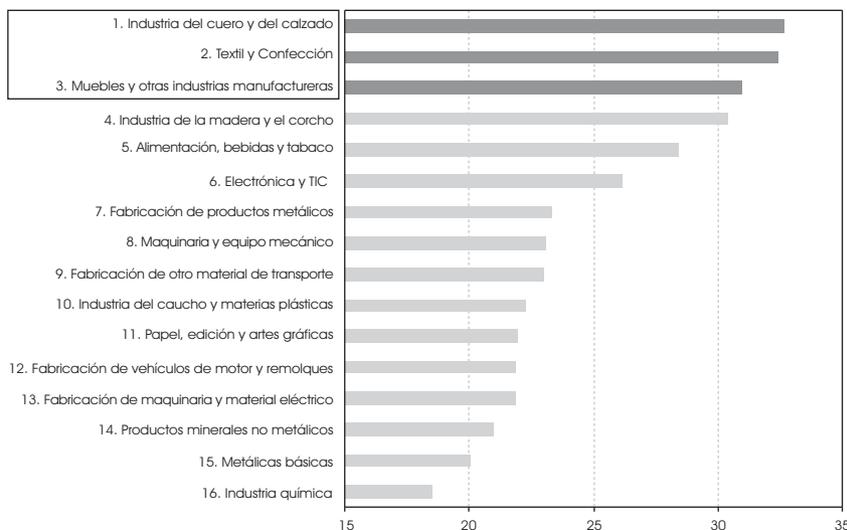
**GRÁFICO 4**  
**POTENCIA DE DISPERSIÓN**

FUENTE:  
Elaboración propia.



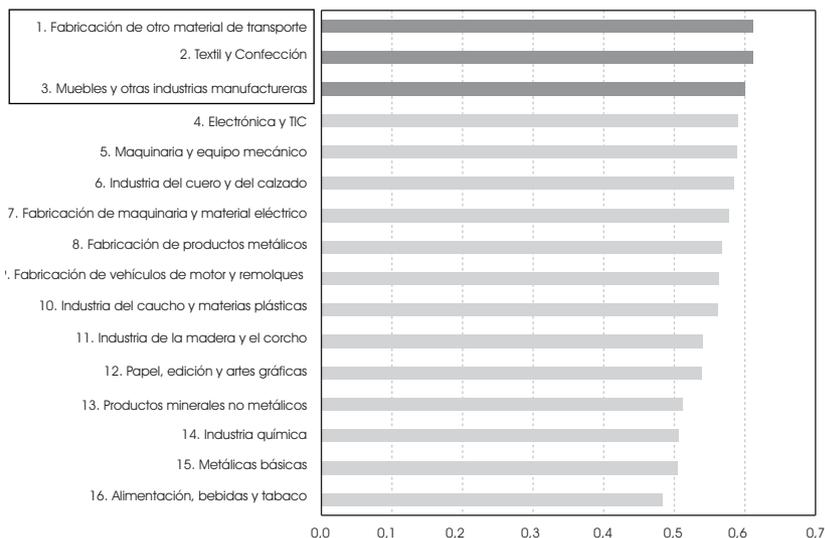
**GRÁFICO 5**  
**INTENSIDAD DE EMPLEO**

FUENTE:  
Elaboración propia.



**GRÁFICO 6**  
**POTENCIA DE DISPERSIÓN DEL EMPLEO**

FUENTE:  
Elaboración propia.



**GRÁFICO 7**  
**SENSIBILIDAD ANTE SALARIOS**

FUENTE:  
Elaboración propia.

Ante un incremento de los salarios, el sector de fabricación de otro material de transporte es que experimentaría una mayor subida en los precios de su producción.

**8** **Intensidad en uso de consumos intermedios** o porcentaje que para cada sector suponen los consumos intermedios en relación a la producción (12), calculado a partir de una explotación por columnas de la tabla de precios básicos.

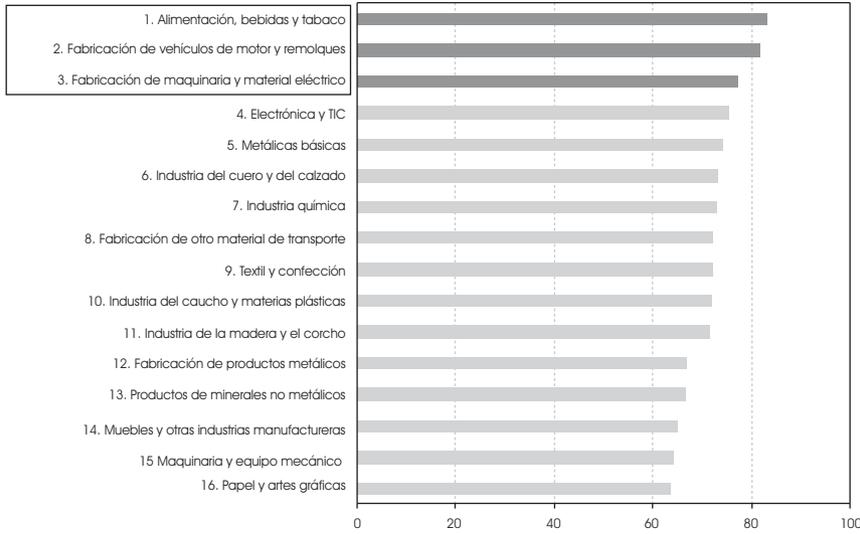
El sector de alimentación, bebidas y tabaco es el que precisa un mayor porcentaje de consumos intermedios en relación a la producción.

**9** **Propensión importadora de consumos intermedio** o porcentaje que para cada sector suponen los

consumos intermedios importados en relación a la producción, calculados a partir de una explotación por columnas de la tabla de importaciones intermedias a precios básicos.

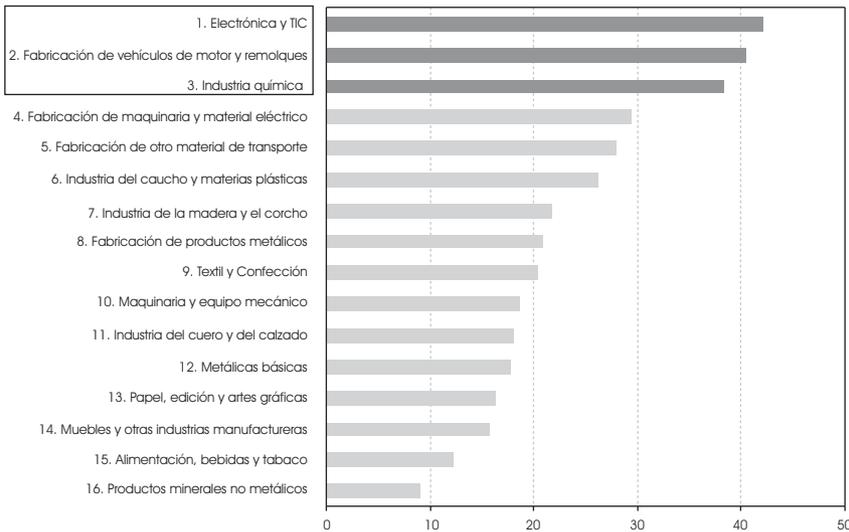
En relación a la producción, el sector de electrónica y TIC es el que necesita adquirir más consumos intermedios procedentes de otros mercados.

**10** **Multiplicador de las importaciones intermedias** o cuantía, en términos monetarios, en que deben aumentar el total de las importaciones intermedias de un sector de todos los productos ante un incremento unitario monetario global –en todos los sectores– de la demanda final. Esta explotación se obtiene a partir de la formulación de las importaciones intermedias en función de la matriz de coeficientes



**GRÁFICO 8**  
INTENSIDAD EN EL USO DE CONSUMOS INTERMEDIOS PORCENTAJE

FUENTE:  
Elaboración propia.



**GRÁFICO 9**  
PROPENSIÓN IMPORTADORA DE CONSUMOS INTERMEDIOS PORCENTAJE

FUENTE:  
Elaboración propia.

técnicos de las importaciones intermedias y del modelo de demanda interior, según la expresión ya descrita  $M_i = A_m * (I - A_j)^{-1} * DF_i$  siendo los multiplicadores los resultantes del cálculo  $(13) \Delta M_j = (1 \ 1 \ 1 \dots 1 \ 1) * A_m * (I - A_j)^{-1}$

Ante un aumento generalizado de la demanda final el sector de la automoción es el que mayor impacto experimentaría en cuanto a consumos intermedios de origen importado.

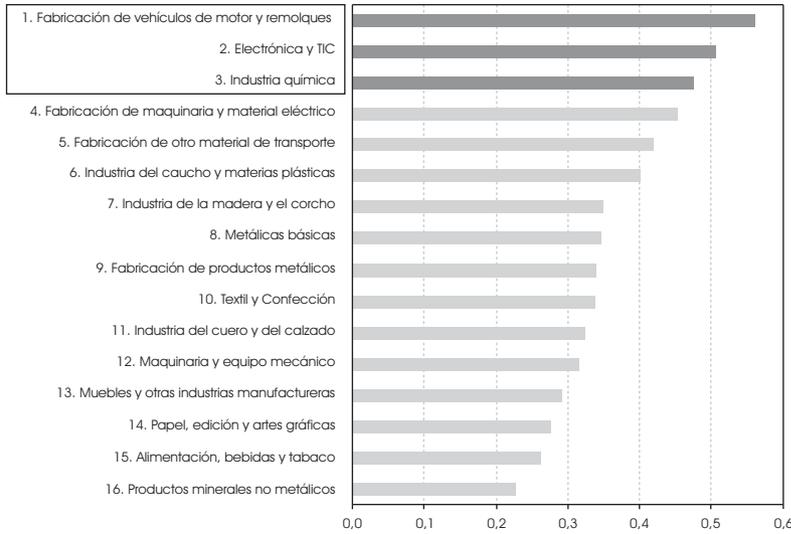
**11) Intensidad energética** o tanto por ciento que suponen los consumos energéticos con respecto a la producción. Explotando por columnas la tabla de precios básicos se determina la cuantía de los consumos energéticos (14) por unidad de producción para cada uno de los sectores.

La industria química es el sector manufacturero más intensivo en consumos energéticos.

**12) Sensibilidad ante precios energéticos** o incremento porcentual que experimentan los precios de los productos de los diferentes sectores ante un aumento del 1% de los precios energéticos. Esta explotación se obtiene mediante aplicación directa del Modelo de Variación Exógena de Precios (15):  $\Delta P/P' = (I - A'')^{-1} [A_k'' \Delta P_k]$

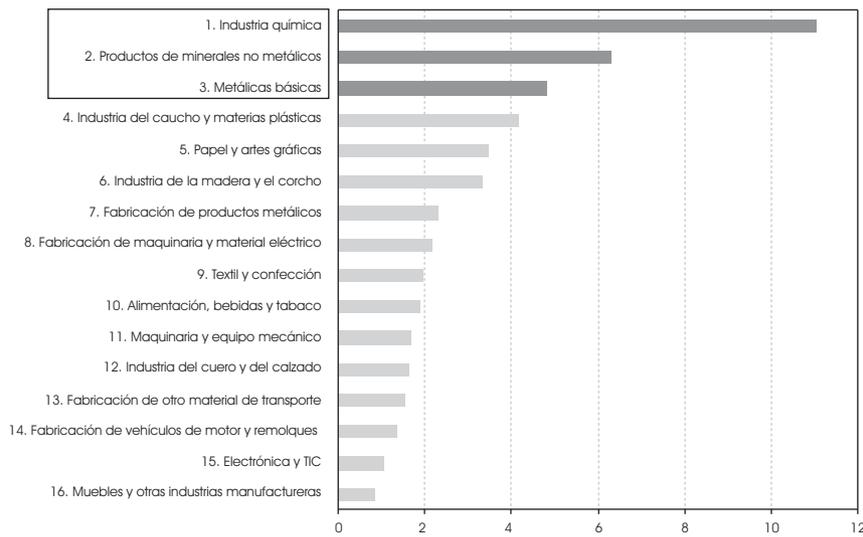
Ante un incremento en los precios de la energía, la industria química es el sector más afectado en cuanto a las repercusiones que ello conllevaría sobre los precios de la producción.

Procede concluir esta nota con un breve comenta-



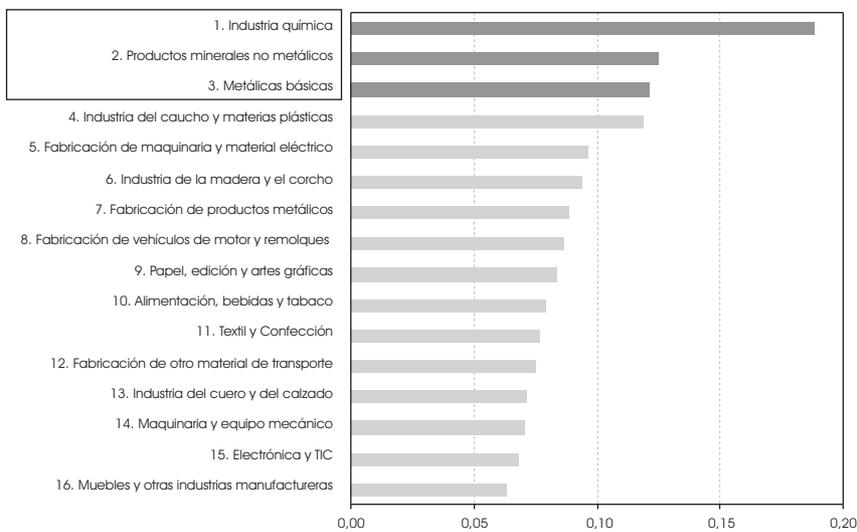
**GRÁFICO 10**  
**MULTIPLICADOR DE LAS IMPORTACIONES INTERMEDIAS**

FUENTE:  
Elaboración propia.



**GRÁFICO 11**  
**INTENSIDAD ENERGÉTICA PORCENTAJE**

FUENTE:  
Elaboración propia.



**GRÁFICO 12**  
**SENSIBILIDAD ANTE PRECIOS ENERGÉTICOS**

FUENTE:  
Elaboración propia.

rio sobre la utilidad y limitaciones de los indicadores calculados. Las TSIO constituyen una herramienta de síntesis estadística de enorme potencial analítico a cuya elaboración afectan aspectos metodológicos varios referidos, entre otros, a la asignación de producciones secundarias a sectores de actividad, los niveles de agregación en sectores de actividad homogénea o los criterios de valoración. A estas consideraciones metodológicas se añaden las diferentes hipótesis de los modelos de Leontieff en cuanto a funciones de producción o condiciones de equilibrio. Es por todo ello que los indicadores aquí calculados se han de tomar como meramente ilustrativos y aproximativos de las realidades que tratan de capturar, lo que por otra parte no resta utilidad a los mismos.

## NOTAS

- [1] Formación bruta de capital fijo y variación de existencias.
- [2] La TSIO del INE incorpora como última fila el número de trabajadores empleados por cada uno de los sectores.
- [3] Denominado así porque es posible formular un modelo de precios general en el que se explicitan los precios de las importaciones intermedias.
- [4] Se trata de una fila de ajuste que, junto con los conceptos que se refieren a la cadena logística de distribución, permiten el paso de precios básicos a precios de adquisición.
- [5] Pasando de 73 a 39 sectores.
- [6] La oferta o total de recursos es igual a la suma de la producción y las importaciones.
- [7] De la definición y su cálculo se comprueba cómo la sensibilidad de dispersión del sector  $i$ -ésimo es la suma de los elementos de la fila  $i$ -ésima de la matriz de Leontieff.
- [8] El efecto arrastre es la cuantía, en términos monetarios, en la que ha de aumentar la producción en cada uno de los sectores al objeto de satisfacer un incremento de una unidad monetaria en la demanda final del sector que se analiza. De forma análoga a la sensibilidad de dispersión, ésta explotación se obtiene aplicando el Modelo de Demanda Total, suponiendo que el aumento de la demanda final sólo se produce en el sector analizado, quedando las demandas finales del resto de sectores inalteradas. Esto es:  $\Delta X = (I-A)^{-1} * \Delta DF$  con  $\Delta DF = (0 \ 0 \ 0 \dots \ 1 \dots \ 0 \ 0)'$ . De la definición y su cálculo se comprueba cómo el arrastre que el sector  $i$ -ésimo provoca en el sector  $j$ -ésimo es el coeficiente  $ij$  de la matriz de Leontieff.
- [9] De la definición y su cálculo se comprueba cómo la potencia de dispersión del sector  $i$ -ésimo es la suma de los elementos de la columna  $i$ -ésima de la matriz de Leontieff.
- [10] Por multiplicador del empleo se entiende la cuantía en la que aumenta el número de puestos de trabajo de cada sector para satisfacer un incremento de una unidad monetaria en la demanda final en el sector que se analiza, mediante aplicación de los coeficientes de empleo a los resultados del Modelo de Demanda Total en un análisis de efecto arrastre.
- [11] El resultado es equivalente a aplicar el vector de coeficientes de empleo al de potencias de dispersión.
- [12] El complementario de este indicador se referiría pues al valor añadido de cada sector.
- [13] Equivale por tanto a la suma por columnas de los elementos de la matriz  $A_m * (I-A)^{-1}$  cuyo elemento  $ij$  son las importaciones de productos del sector  $i$ -ésimo que son necesarias realizar para atender un incremento de demanda unitaria en el sector  $j$ -ésimo.
- [14] Sector número 3 de los 39 definidos en este estudio para el análisis TSIO, que incluye coquerías, refino y combustibles nucleares, energía eléctrica, gas y agua.
- [15] En este caso el sector  $k$  que se considera con precios fijados exógenamente es de nuevo el número 3, también utilizado para el cálculo de la intensidad energética.

■ Antonio Moreno-Torres Gálvez y Arturo Colmenarejo Pastor