

Juan Carlos Collado Curiel*

LOS COSTES DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES. SIMULACIONES SECTORIALES CON UN MODELO (MIDE) INTERSECTORIAL Y DINÁMICO DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Este trabajo presenta los resultados, tanto agregados como sectoriales, de varios escenarios alternativos en donde un impuesto recae sobre un sector o conjunto de sectores. El valor de ese impuesto de 1.000 millones de euros equivale al coste de reducción de las emisiones para España, según los acuerdos de Kioto. Los sectores (energía eléctrica, siderurgia, cemento, cerámica, pasta de papel y gasolina) afectados por el impuesto son los pertenecientes a la Directiva europea de reducción de emisiones. Representamos los costes de reducir las emisiones como un impuesto y queremos averiguar las repercusiones de esos costes para los agregados económicos y para los distintos sectores en función de que tal impuesto afecte, por separado, a cada sector incluido en la Directiva o a una suma de ellos. De esta forma, podemos ver cómo se minimizan los impactos negativos en las variables macroeconómicas (PIB, empleo, inflación, exportaciones e importaciones) en función de sobre qué sector/es recaería el ajuste. También se analiza el impacto sectorial de los distintos escenarios. La especificación de escenarios nos permite, a efectos comparativos, separar los impactos en función de los sectores de la Directiva, la realidad será que los costes se distribuirán entre ellos.

Palabras clave: política de medio ambiente, cambio climático, análisis sectorial, España.

Clasificación JEL: Q51, Q52.

1. Introducción

En la década 1990-1999, las emisiones mundiales de CO₂ crecieron un 8,9 por 100. Para el conjunto europeo, y hasta 2012, las emisiones deben reducirse un 8 por

100 con respecto al nivel de 1990 (hasta 1999 habían crecido un 0,7 por 100). En España, las emisiones crecieron entre 1990 y 1999 un 28,6 por 100. Cumplir con el Protocolo de Kioto¹ implica rebajar notablemente el

* Director General del Centro de Estudios Económicos Tomillo.

¹ En términos más estrictos, el Protocolo de Kioto establece un tope para la emisión neta de gases de efecto invernadero (GEI, medidos en

nivel actual, en torno a los 290 millones de toneladas de CO₂, aunque se permite que sea superior a los 198 millones de toneladas de CO₂ de 1990.

Conseguir esa reducción tiene costes según qué sector económico los soporte. Y esos costes afectan al agregado económico y al resto de sectores, en función de las interrelaciones económicas. Por otra parte, la Directiva europea sobre derechos de emisión, afecta a una serie de sectores (energía eléctrica, siderurgia, cemento, cerámicas, pasta de papel y gasolina) participantes en los mercados de emisiones y sujetos a experimentar tales costes. De hecho, se considera que el punto de equilibrio que minimiza el coste total de establecer los compromisos, equivale a un impuesto de 1.000 millones de euros² que podría ser soportado por cualquiera de los sectores cubiertos por la Directiva.

Objetivo del trabajo

En este contexto, este trabajo analizará qué sector/es económico/s deberían ser «gravados» si el objetivo es minimizar el impacto sobre distintas variables macroeconómicas: PIB, inflación, exportaciones, importaciones y empleo, de acuerdo con la estrategia del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) que establece que las medidas diseñadas deben orientarse a asegurar beneficios globales con los menores costes posibles³.

Es decir, si la reducción de las emisiones para cumplir con el compromiso de Kioto le cuesta a España 1.000 millones de euros y si, según la Directiva euro-

pea, hay unos sectores sobre los que debe recaer este ajuste, vamos a estudiar de qué manera reducimos el impacto macroeconómico (reflejado en los impactos en el PIB, empleo, precios, exportaciones e importaciones) asegurando la obtención de esos 1.000 millones de euros.

Metodología

La estrategia consiste en simular impactos hipotéticos de un coste adicional —en forma de impuestos de 1.000 millones de euros—, aplicados alternativamente a cada sector o componente relacionado con la aplicación de la Directiva comunitaria sobre emisiones de CO₂. En términos concretos, simulamos el impacto económico de un impuesto de 1.000 millones de euros en varios escenarios alternativos en los que se grava a diferentes sectores para alcanzar la recaudación buscada, en el período 2003-2012. Aunque es evidente que el coste de la reducción será finalmente compartido por todos los sectores, se ha optado por esta fórmula secuencial para estimar efectos relativos⁴. Los diferentes escenarios consisten en simular la recaudación de 1.000 millones de euros mediante un impuesto soportado por:

- El consumo privado (en concreto, la gasolina).
- El sector de la energía eléctrica.
- Los sectores de cemento, cerámicas, siderurgia y producción de pasta y papel por separado (cada uno soporta el impuesto por el importe mencionado) y conjuntamente (computándose un impuesto total de 1.000 millones de euros repartido entre estas ramas).

CO₂ equivalente) para el período 2008-2012 en promedio. Durante el año 2001 se han emitido 353 millones de toneladas netas de GEI, cerca de 100 millones por encima de la cifra de 1990 y que suponen un 36,6 por 100 de incremento frente al objetivo final de Kioto, establecido en un incremento del 15 por 100 respecto al período que se toma como base (1990 para unos gases y 1995 para otros).

² Según el modelo POLES elaborado por el Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica, Sevilla. Véase www.jrc.es.

³ Comité Negociador Intergubernamental para una Convención Marco sobre Cambio Climático (1992), Quinta sesión, segunda parte, Nueva York, 30 abril-9 mayo.

⁴ El ejercicio no es «gravar más a quien más contamina» y ver los efectos económicos. En tal caso, habría que considerar que la distribución de «contaminación» de las actividades afectadas por la Directiva es la siguiente: energía eléctrica 57 por 100, siderurgia 7,2 por 100, cemento 17,2 por 100, cerámicas 7,8 por 100, pasta de papel 1,4 por 100. Este ejercicio consiste en «gravar todo a cada uno» al objeto de analizar como se minimiza el impacto sobre distintas variables (PIB, precios, efectos sectoriales, etcétera) de relevancia en la política económica.

CUADRO 1

CORRESPONDENCIAS ENTRE LA R-43 Y LA CNAE-93 PARA LAS RAMAS AFECTADAS

Clasificación R-43 (MIDE)	Clasificación CNAE-93
5. Energía eléctrica, gas, vapor y agua	40. Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua (40.1 es producción y distribución de energía eléctrica)
6. Minerales féreos y no féreos	27. Metalurgia.
7. Minerales no metálicos	26. Fabricación de otros minerales no metálicos (26.51 es fabricación de cemento; 26.2 es fabricación de productos cerámicos)
23. Papel, artículos de papel, impresión	21. Industria del papel (21.11 es fabricación de pasta papelera)

Instrumento de análisis

La herramienta de simulación es el Modelo Macroeconómico Intersectorial de España (MIDE)⁵, cuya principal ventaja de cara a este análisis es que contempla la economía desagregada en 43 sectores productivos recogiendo ecuaciones de comportamiento a nivel sectorial para todas las variables económicas de una tabla *input-output* (consumo privado, inversión, exportaciones, importaciones, beneficios, salarios, impuestos, produc-

ción, precios, etcétera). El MIDE es la herramienta adecuada ya que contempla las relaciones económicas de cada sector con todos los demás agentes de la economía y es capaz de medir con precisión las diferentes implicaciones económicas de gravar a un sector económico o a otro.

La primera tarea necesaria para ejecutar las simulaciones es establecer una correspondencia entre los sectores de la Directiva (tomando como criterio la CNAE 93) y los que constituyen el MIDE (43 ramas productivas de la Contabilidad Nacional). El Cuadro 1 muestra tal correspondencia:

Por su parte, el impuesto en el consumo privado se ha imputado a la categoría de gastos realizados en automóviles disponible en el MIDE.

En la medida en que el objetivo último del trabajo es medir la incidencia del impuesto sobre macromagnitudes como el PIB, el empleo, las exportaciones e importaciones y los precios, los resultados se presentan en forma de desviaciones de las tasas medias de crecimiento del escenario base. Es decir, los resultados que se presentan a continuación nos dirán cuánto menos crece el PIB (o la variable analizada) en media anual al aplicar el impuesto simulado.

Se presentan, en primer lugar, los impactos sobre los principales agregados macroeconómicos y en segundo lugar los impactos sectoriales. Los primeros resultados

⁵ Este modelo ha sido objeto de numerosas aplicaciones para evaluar impactos de políticas económicas, como la sustitución de cotizaciones sociales por IVA en BENGOCHEA (1994), para simular grandes eventos económicos, como el impacto del Mercado Único o la Moneda Única en COLLADO y ALONSO (1999), o para realizar predicciones de la evolución futura de la economía española, como en CEET (2000,... 2004).

El modelo MIDE fue construido por la Fundación Tomillo en 1992, y fue objeto de una tesis doctoral presentada en la Universidad de Maryland, USA, Werling (1992). El MIDE pertenece a la familia INFORUM de modelos macroeconómicos interindustriales dinámicos. Estos modelos fueron concebidos por un equipo de investigación de la Universidad de Maryland dirigido por el profesor Clopper Almon y han sido implementados en varias decenas de países, entre los que se encuentran Estados Unidos, Japón y las principales economías europeas. En ALMON (1974) y (1991) se describe el enfoque de modelización INFORUM. Para un desarrollo detallado y actualizado puede consultarse la siguiente página web: www.inforum.umd.edu.

En COLLADO (1992) se presenta la primera aplicación del modelo español, consistente en una evaluación de los efectos del Mercado Único sobre los sectores productivos españoles, y se realiza una

CUADRO 2

IMPACTO SOBRE EL CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DEL PIB DE UN IMPUESTO DE 1.000 MILLONES DE EUROS RECAUDADOS DE DIFERENTE FORMA*

Sector/es gravados con el impuesto	Puntos porcentuales de crecimiento
Consumo de gasolina	-0,25
Energía eléctrica	-0,08
Siderurgia	-0,12
Cemento y cerámicas	-0,08
Papel	-0,06
Suma siderurgia/cemento/cerámicas/papel**.	-0,16

NOTA: * Desviaciones medias del escenario base.
 ** Este efecto hace referencia a un impacto total de 1.000 millones de euros repartido de forma proporcional entre los sectores de la siderurgia, el cemento, las cerámicas y el papel.

son una síntesis del impacto que tiene cada escenario sobre la economía en su conjunto. Los resultados sectoriales indican qué sectores son los más afectados por el impuesto, en cada escenario.

2. Impacto macroeconómicos

Impacto sobre el Producto Interior Bruto

El Cuadro 2 resume el impacto que tiene un impuesto de 1.000 millones de euros sobre el PIB cuando éste es soportado por cada uno de los sectores referidos anteriormente. Los resultados se presentan como desviaciones de las tasas medias de crecimiento anual del PIB en el escenario base. Esto es, los resultados nos indican qué diferencia hay en el crecimiento medio anual del PIB al recaudar los 1.000 millones de euros de las diferentes formas simuladas.

Como se puede observar, en todos los casos el impuesto supone una pérdida en términos de PIB que resulta más acusada cuando el impuesto grava el consumo de gasolina. En tal caso, el PIB pierde 0,25 puntos porcentuales de crecimiento medio anual.

CUADRO 3

IMPACTO SOBRE LA INFLACIÓN MEDIA ANUAL DE UN IMPUESTO DE 1.000 MILLONES DE EUROS RECAUDADOS DE DIFERENTE FORMA*

Sector/es gravados con el impuesto	Puntos porcentuales adicionales de inflación
Consumo de gasolina	0,37
Energía eléctrica	0,09
Siderurgia	0,02
Cemento y cerámicas	0,07
Papel	0,00
Suma siderurgia/cemento/cerámicas/papel**.	0,10

NOTA: * Desviaciones medias del escenario base.
 ** Este efecto hace referencia a un impacto total de 1.000 millones de euros repartido de forma proporcional entre los sectores de la siderurgia, el cemento, las cerámicas y el papel.

El impacto menor es el que se produce cuando el impuesto es soportado por el sector del papel, en cuyo caso la pérdida en el PIB es de seis centésimas en el crecimiento medio anual del PIB. Con estos resultados, si un impuesto se usara como herramienta para disuadir de la emisión de CO₂ a la atmósfera, resultaría menos perjudicial para el PIB si se impusiera sobre el sector del papel que sobre cualquier otro sector.

Impacto sobre los precios

Los resultados que se obtienen cuando se analiza la evolución de los precios (en términos de inflación) son distintos, con el signo positivo que, *a priori*, cabría esperar derivado del *shock* que se simula (Cuadro 3). Como en el caso anterior, se trata de desviaciones medias con respecto a la inflación de escenario base.

El escenario más inflacionista es el que impone el gravamen sobre el consumo de gasolina, pues en este caso la inflación anual media sube en casi cuatro décimas.

El sector del papel muestra un mejor comportamiento desde la perspectiva de esta variable, en la medida en

que la imposición tiene un efecto inflacionista mínimo. Este resultado es perfectamente compatible con el analizado para el PIB; así, la ausencia de presiones inflacionistas en la simulación sobre el sector del papel es compatible con un menor deterioro de la actividad productiva medida a través del PIB. De esa forma puede afirmarse que si el objetivo prioritario de la política económica es lograr el mínimo impacto en el PIB y en los precios, el sector del papel vuelve a ser el elegido para imponer el gravamen.

Impacto sobre las exportaciones

El impacto que el impuesto tendría sobre las exportaciones (Cuadro 4) se traduce, en todos los casos, en descensos de las mismas, tal y como dicta la lógica económica, si bien existen fuertes variaciones por sectores. Así, los impactos más evidentes sobre las exportaciones se registran cuando la imposición grava el consumo de gasolina (en cuyo caso las exportaciones pierden 0,37 puntos porcentuales de crecimiento medio anual). El impuesto sobre la siderurgia presenta un resultado próximo al anterior (-0,36) y les sigue el escenario que grava conjuntamente a siderurgia/cemento/cerámicas y papel (-0,34).

De nuevo, el sector del papel registra el mejor resultado, pues el deterioro competitivo es muy débil, en torno a dos décimas menos de crecimiento medio anual de las exportaciones respecto al escenario base. Este resultado asegura la coherencia interna del modelo; en efecto, el leve deterioro de las exportaciones del papel se puede explicar por la ausencia de presiones inflacionistas derivadas de la imposición. Por el contrario, la imposición sobre el consumo de gasolina, que es responsable del alza mayor de precios (0,37 por 100) y también de la caída más fuerte del PIB, experimenta del mismo modo el mayor descenso de las exportaciones.

Impacto sobre las importaciones

Las importaciones, muestran un comportamiento algo más complejo. A la hora de pronosticar el signo del im-

CUADRO 4

IMPACTO SOBRE EL CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LAS EXPORTACIONES DE UN IMPUESTO DE 1.000 MILLONES DE EUROS RECAUDADOS DE DIFERENTE FORMA*

Sector/es gravados con el impuesto	Puntos porcentuales de crecimiento
Consumo de gasolina	-0,37
Energía eléctrica	-0,12
Siderurgia	-0,36
Cemento y cerámicas	-0,07
Papel	-0,02
Suma siderurgia/cemento/cerámicas/papel** .	-0,34

NOTA: * Desviaciones medias del escenario base.
 ** Este efecto hace referencia a un impacto total de 1.000 millones de euros repartido de forma proporcional entre los sectores de la siderurgia, el cemento, las cerámicas y el papel.

pacto derivado de la imposición, han de tenerse en cuenta dos factores que actúan de forma contraria, lo que determina que el signo final sea incierto. Por una parte, la imposición en un sector tiene un efecto inflacionista cuya magnitud depende de la importancia del impuesto, de cómo lo traslada el productor a precios y de cómo afecta a los precios de los demás sectores. Dicho efecto en precios genera una sustitución de producción nacional por importaciones al abaratare estas últimas en términos relativos. La magnitud del efecto depende de la elasticidad precio de la demanda interior y de importaciones de todos los sectores. Por otra parte, dado que el efecto agregado de la imposición es negativo sobre la economía, el nivel de renta es inferior, los sectores pierden producción y eso afecta negativamente a las importaciones totales, tanto la importación de *inputs* intermedios como la demanda final importada. El efecto final en las importaciones de cada sector dependerá de cuál de estos dos efectos contrarios predomine. El efecto agregado es la suma de los efectos sectoriales.

El análisis de los resultados presentados en el Cuadro 5 atestigua la presencia de ambos efectos. Así, si el impues-

CUADRO 5

IMPACTO SOBRE EL CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LAS IMPORTACIONES DE UN IMPUESTO DE 1.000 MILLONES DE EUROS RECAUDADOS DE DIFERENTE FORMA*

Sector/es gravados con el impuesto	Puntos porcentuales de crecimiento
<i>Consumo de gasolina</i>	-0,25
Energía eléctrica	-0,04
Siderurgia	0,00
Cemento y cerámicas	-0,02
Papel	0,19
Suma siderurgia/cemento/cerámicas/papel**.	-0,01

NOTA: * Desviaciones medias del escenario base.
 ** Este efecto hace referencia a un impacto total de 1.000 millones de euros repartido de forma proporcional entre los sectores de la siderurgia, el cemento, las cerámicas y el papel.

to grava el consumo de gasolina se produce un deterioro sustancial de las importaciones (0,25 puntos porcentuales menos en el crecimiento medio anual de esta variable), mientras que en cemento y cerámicas, energía eléctrica, siderurgia y suma de éstas junto con el sector del papel el impacto es bastante escaso. Por el contrario, cuando el sector que soporta el impuesto es el sector del papel, las importaciones presentan un efecto contrario al observado en los demás escenarios, crecen a una tasa media anual superior en dos décimas a la del escenario base. Ese resultado demuestra que en esta última rama los ajustes se practican vía importación, y no tanto vía exportación.

El caso del consumo de gasolina merece igualmente un breve comentario. Como se ha comentado, cuando se grava el consumo de gasolina se produce una fuerte contracción de las importaciones. Ese resultado, que a primera vista puede resultar sorprendente, puede explicarse recurriendo al segundo de los factores que parecen incidir en el signo de esta variable. Así, puede afirmarse que los efectos de la imposición en la gasolina tienen un impacto notable sobre la renta del consumidor en forma de reducción, arrastrando consigo a las impor-

CUADRO 6

IMPACTO SOBRE EL CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DEL EMPLEO DE UN IMPUESTO DE 1.000 MILLONES DE EUROS RECAUDADOS DE DIFERENTE FORMA*

Sector/es gravados con el impuesto	Puntos porcentuales de crecimiento
Consumo de gasolina	-0,21
Energía eléctrica	-0,07
<i>Siderurgia</i>	-0,06
Cemento y cerámicas	-0,07
Papel	-0,09
Suma siderurgia/cemento/cerámicas/papel**.	-0,13

NOTA: * Desviaciones medias del escenario base.
 ** Este efecto hace referencia a un impacto total de 1.000 millones de euros repartido de forma proporcional entre los sectores de la siderurgia, el cemento, las cerámicas y el papel.

taciones. Por tanto, la caída de las importaciones no debe buscarse en la posibilidad de sustituir producción extranjera por producción española, dada la fuerte dependencia petrolífera de nuestro país, sino en los ajustes que se producen vía renta del consumidor.

Impacto sobre el empleo

El impacto del impuesto sobre el empleo es en todos los casos negativo, y está ligado en gran medida al comportamiento observado en el PIB, no sólo en cuanto al signo del impacto, sino igualmente en términos de su magnitud. De hecho, el coeficiente de correlación entre los resultados para el PIB y para el empleo es de 0,81. Los efectos negativos más poderosos sobre el empleo se producen cuando el impuesto grava el consumo de gasolina (en cuyo caso la reducción es de dos décimas menos de crecimiento medio anual con respecto al escenario base), y cuando lo hace sobre el conjunto de siderurgia/cemento/cerámicas y papel (-0,13), correspondiéndose con los efectos más sustanciales en el PIB (eran de -0,25 y -0,16 respectivamente) (Cuadro 6).

Los resultados en términos de PIB y empleo para energía eléctrica y cementos/cerámicas son los mismos, mostrando una sensibilidad del empleo con respecto a las variaciones en el PIB muy similar. La imposición en siderurgia, por su parte, revela una menor sensibilidad del empleo cuando cambia el PIB (0,06 frente a 0,12 por 100), mientras que en el sector del papel la conclusión es la contraria: las variaciones en el empleo suponen una amplificación de las observadas en el PIB.

Estos resultados se explicarán mejor al descomponer los impactos agregados en sectoriales. En el primer caso, por ejemplo, la pérdida de producción está ocurriendo en sectores menos intensivos en empleo que la media y, por tanto, el empleo que se pierde representa un menor porcentaje sobre el conjunto de la economía.

Resumen

Es obvio que sólo las prioridades del Gobierno en términos de las macromagnitudes elegidas como objetivo en el manejo de la Política Económica podrían concluir sobre «quién» o «quiénes» deberían soportar los impuestos. Pero el análisis técnico realizado es bastante claro, para tres de las cinco variables de referencia (PIB, empleo y exportaciones), el impuesto sobre el sector del papel es el que genera impactos menos desfavorables para la economía en su conjunto. Este resultado, acompañado de la importancia secular de dos de éstas (precios y PIB) como variables objetivo de la Política Económica, determinan que ese sector fuese elegible en caso de plantearse la imposición. Por el contrario, si el único criterio que guía la imposición es el de preservar la producción nacional a través del recorte de las importaciones, el consumo de gasolina es el que debería ser gravado, lo cual se haría a un precio muy alto, a saber, un fuerte crecimiento de los precios y deterioro del PIB. En consecuencia, los perversos efectos colaterales de esa decisión son un fuerte condicionante que desaconsejan la aplicación del impuesto sobre esta rama.

Finalmente, si el objetivo último del Gobierno es minimizar el impacto sobre el empleo, el impuesto debería ser soportado por la siderurgia que, a su vez, acusa un

CUADRO 7

RESUMEN DE LOS IMPACTOS MACROECONÓMICOS ANALIZADOS. SECTORES CUYA IMPOSICIÓN GENERA MENORES EFECTOS DESFAVORABLES SEGÚN LA VARIABLE MACROECONÓMICA ANALIZADA

Variables macroeconómicas	Sector cuyo impuesto produce impactos menos desfavorables
PIB	Papel
Empleo	Siderurgia
Exportaciones	Papel
Importaciones	Consumo de gasolina
Inflación	Papel

impacto sobre el PIB y las exportaciones superior al experimentado cuando se grava al sector del papel, pero tiene mejores registros que aquél en relación a las importaciones. En tal caso, un impuesto sobre la siderurgia no altera la posición importadora, mientras que el mismo impuesto sobre el sector del papel hace aumentar las importaciones.

En definitiva, la imposición sobre la rama de papel es la que parece lograr mejores registros combinando los resultados de las cinco macromagnitudes de referencia.

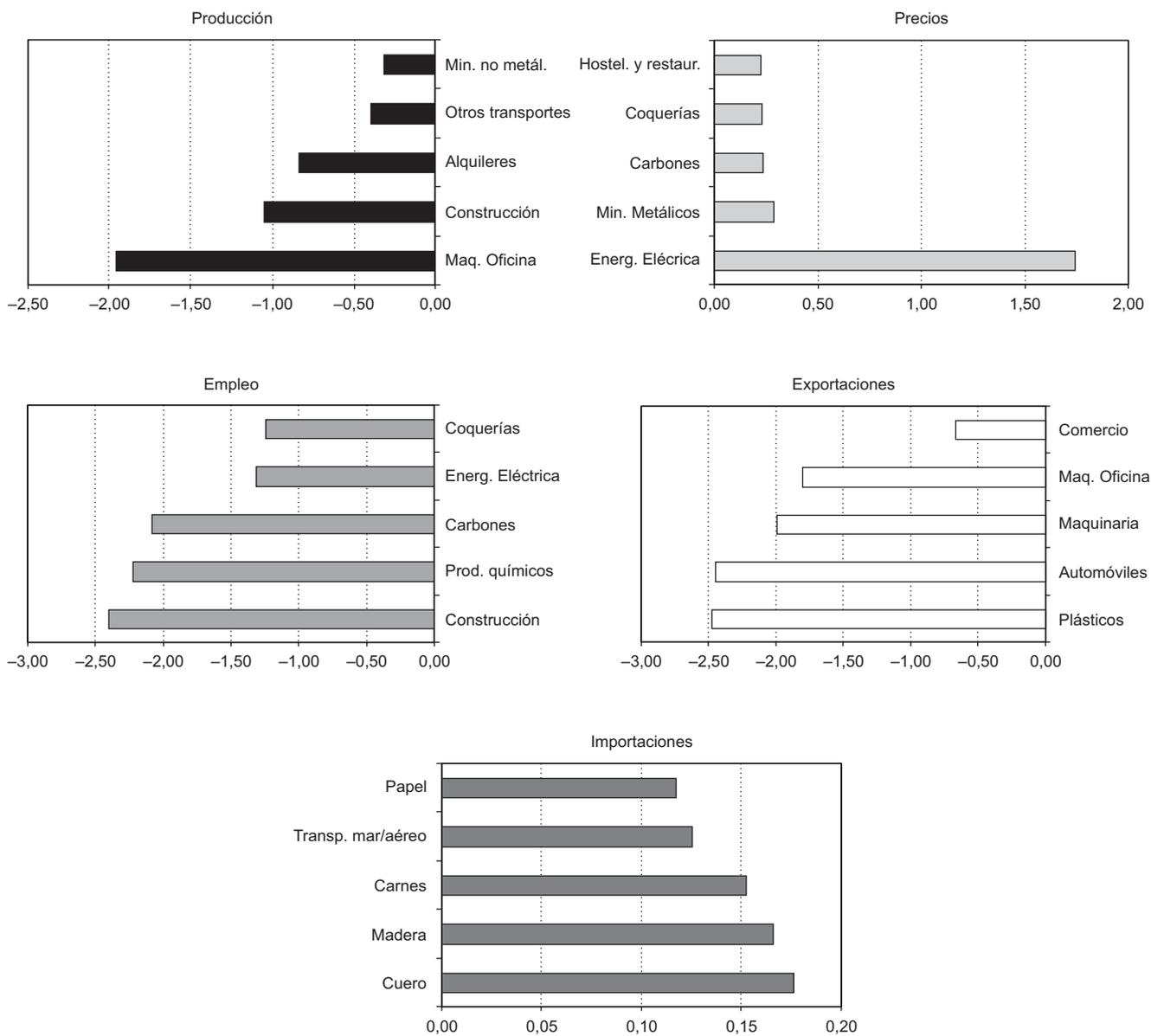
3. Impactos sobre los sectores

Los impactos que se han recogido para el conjunto de la economía pueden descomponerse sectorialmente tal y como se hace en los Gráficos 1 a 6 para las cinco variables de referencia: precios interiores, producción, empleo, exportación e importación.

Los resultados, como en el análisis agregado anterior, se expresan en términos de desviaciones de las tasas de crecimiento medio anual del escenario analizado con respecto al escenario base (*baseline*). En cada variable se muestran las cinco ramas que presentan los impactos más fuertes, que generalmente juntas constituyen la mayor parte del impacto total que se observa en la economía.

GRÁFICO 1

RAMAS DE ACTIVIDAD MÁS AFECTADAS (EN TÉRMINOS DE PRECIOS, PIB, EMPLEO, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES) POR UN IMPUESTO EN LA RAMA DE ELECTRICIDAD*



NOTA: * Desviaciones de las tasas medias de crecimiento anual del escenario base.

La secuencia de los efectos que se producen en la economía es la misma en todos los escenarios que se han simulado en este trabajo. Comienza por los precios, que se ven alterados al alza a consecuencia del impuesto. El sector más afectado es el que experimenta el gravamen, pero la subida de los precios se expande por toda la economía a través de las relaciones entre los sectores.

Las subidas en los precios de los sectores contraen sus correspondientes demandas y esto lleva a que los sectores reduzcan su producción, y a consecuencia de esto, reduzcan también su empleo. La demanda de cada sector reacciona ante la subida de precios de forma más o menos fuerte en función de cuál sea la magnitud del impacto en precios y la elasticidad-precio en ese sector.

Las importaciones experimentan un impacto positivo fruto del efecto sustitución de producción interior por la importada ante la subida de los precios interiores. La ordenación de sectores en este impacto depende de cuán fuerte sea el citado efecto sustitución y suele concentrarse en el propio sector que ha sido gravado con el impuesto.

A continuación se muestran los resultados sectoriales más significativos de los seis escenarios simulados.

Resultados sectoriales del escenario 1: Gravamen sobre la electricidad

Al introducir un impuesto sobre la energía eléctrica, el sector cuyos precios suben más es el propio del gravamen. Puesto que todos los sectores consumen energía eléctrica para sus procesos productivos, todos experimentan subidas de precios de cierta intensidad, aunque menores a la subida en energía eléctrica (Gráfico 1).

Los incrementos de precios de los sectores se traducen en contracciones de sus demandas en función de las elasticidades-precio de las mismas. Así, los sectores que más producción pierden son aquéllos cuya demanda responde con más flexibilidad ante el precio. En este caso se trata de maquinaria de oficina (sector extrema-

damente sensible al precio), construcción, alquileres, otros transportes y minerales no metálicos (asociado a la construcción).

Aunque el sector más afectado en precios es la energía eléctrica, éste no está entre los que más impacto negativo experimentan en producción, y esto es porque su demanda es muy rígida ante variaciones en el precio.

El resultado en exportaciones muestra con qué elasticidad reacciona la demanda foránea (que es una parte de la demanda de los sectores) ante la subida de los precios interiores de cada rama. Aquí sólo se incluyen aquellos sectores susceptibles de comercio exterior.

Resultados sectoriales del escenario 2: Gravamen sobre el consumo de gasolina

Este escenario, al igual que el anterior, presenta un impacto en precios dominante sobre el sector inicialmente afectado, en este caso el sector de petróleo. Este efecto se propaga de forma generalizada por toda la economía, por ser éste un sector que interviene de forma directa o indirecta en los procesos productivos de todos los demás sectores. Por tanto, todos los sectores experimentan impactos en sus precios (Gráfico 2).

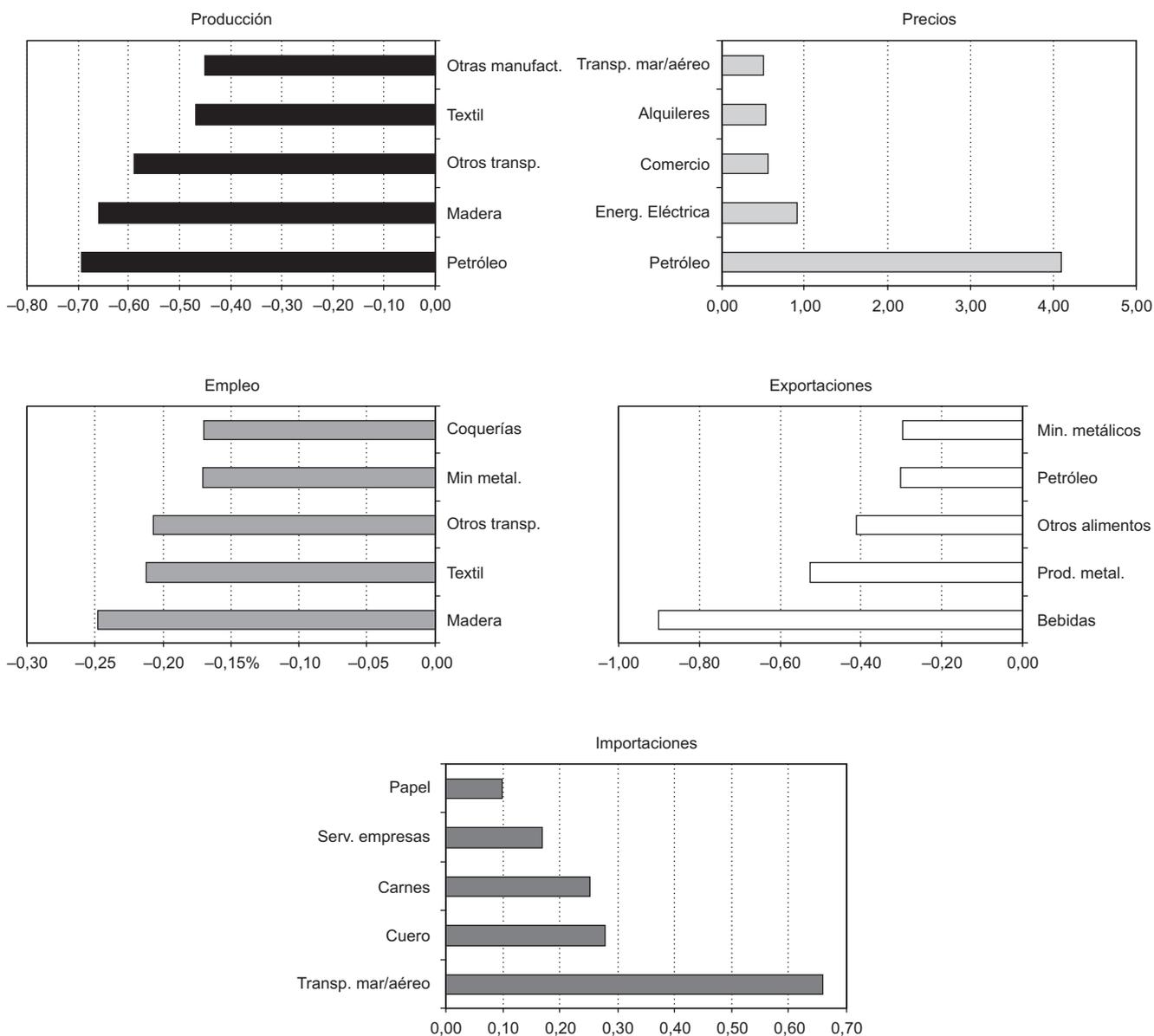
De nuevo, las subidas en precios se traducen en contracciones de las demandas de los sectores que les llevan a perder producción y empleo. Los sectores más afectados en las demás variables son aquéllos que combinan una fuerte subida de precios con una alta elasticidad de su demanda ante los precios.

Resultados sectoriales del escenario 3: Gravamen sobre la siderurgia

La secuencia de los efectos es la misma que en el caso anterior, si bien aquí se observa una mayor coincidencia entre los sectores más afectados según la variable analizada. Esto se debe a que el escenario anterior era un caso especial en el que todos los sectores veían

GRÁFICO 2

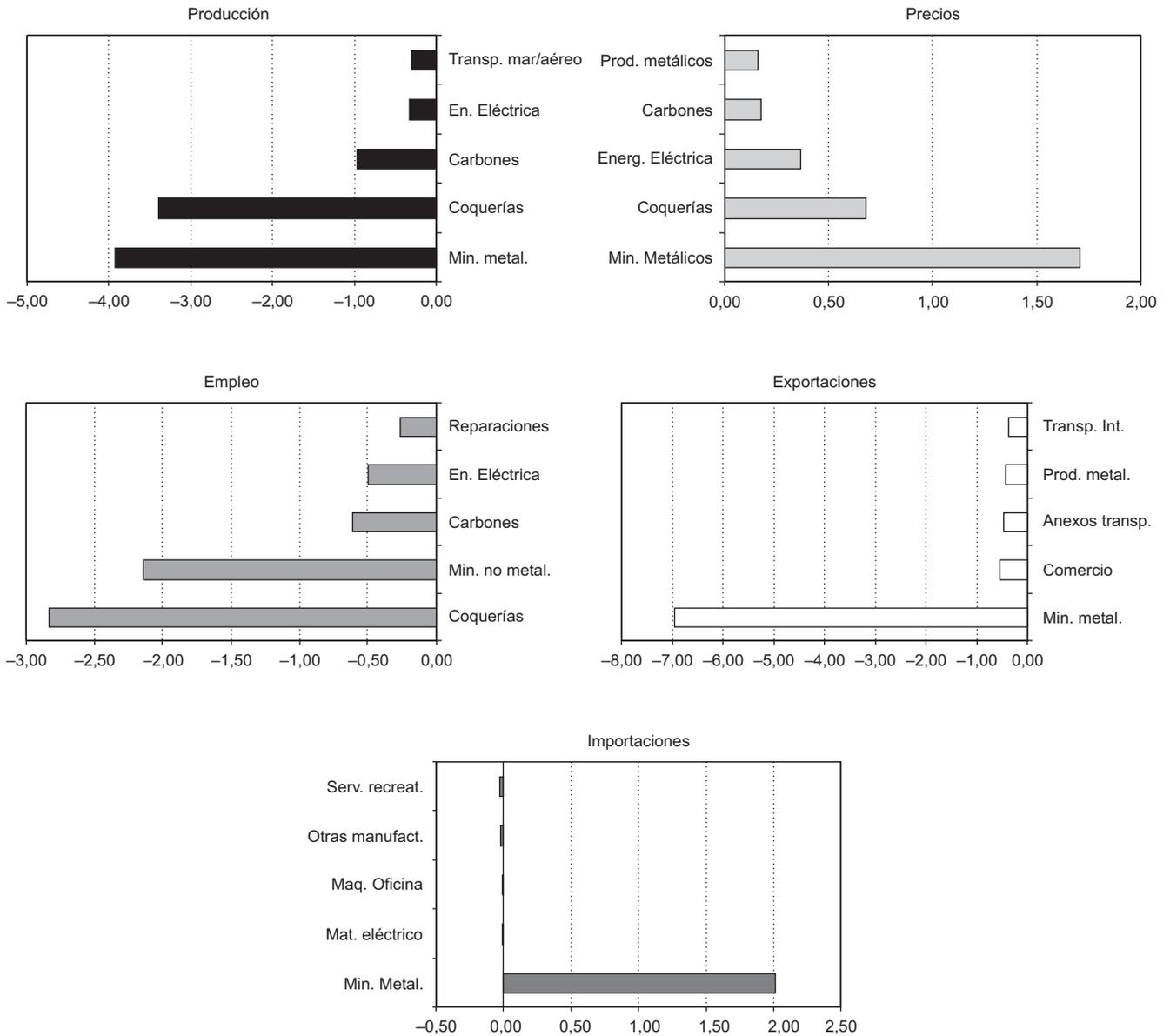
RAMAS DE ACTIVIDAD MÁS AFECTADAS (EN TÉRMINOS DE PRECIOS, PIB, EMPLEO, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES) POR UN IMPUESTO AL CONSUMO EN LA GASOLINA*



NOTA: * Desviaciones de las tasas medias de crecimiento anual del escenario base.

GRÁFICO 3

RAMAS DE ACTIVIDAD MÁS AFECTADAS (EN TÉRMINOS DE PRECIOS, PIB, EMPLEO, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES) POR UN IMPUESTO EN LA RAMA DE SIDERURGIA*



NOTA: * Desviaciones de las tasas medias de crecimiento anual del escenario base.

subir sus precios de forma muy similar (a excepción del gravado) y, por tanto, las diferencias en los impactos dependerían más de las diferencias en las elasticidades de la demanda de cada sector que de las diferencias en las subidas de precios (Gráfico 3).

En este escenario, por el contrario, hay unos sectores que experimentan la mayor parte del impacto en precios (la siderurgia y sus asociados) siendo el impacto en el resto de los sectores muy pequeño. Por tanto, las diferencias en el impacto en las demás variables dependen de las diferencias en la magnitud del impacto en precios más que de las diferencias en las elasticidades. Si bien estas últimas diferencias causan ligeros cambios en la ordenación en que aparecen los sectores.

Los impactos en comercio exterior se centran en el sector gravado y afectan poco a los demás sectores. De nuevo depende de la magnitud del impacto en precios, la siderurgia y sus asociados son los que notan la subida en precios y el resto de sectores apenas la aprecian.

Resultados sectoriales del escenario 4: Gravamen sobre cemento y cerámicas

La secuencia de los efectos es la misma de todos los escenarios; el sector gravado comienza subiendo sus precios, efecto éste que se expande por toda la economía generando subidas de precios que contraen la demanda y llevan a pérdidas de producción y de empleo (Gráfico 4).

Los sectores más afectados son el propio del impuesto, que en general experimenta los impactos de forma sensiblemente superior a los demás, y los sectores asociados a él. No obstante, aparece el sector de bebidas como el sector de mayor impacto en exportaciones. Esto se debe a que dentro del sector gravado⁶, se encuentra la fabricación de vidrio, un *input*

importante para el sector de bebidas. Este último ya aparece entre los sectores de mayor impacto en precios y, dada la alta elasticidad-precio de sus exportaciones, éstas reaccionan con fuerza contrayéndose al subir el precio del sector.

El impacto en importaciones está dominado por el efecto sustitución del propio sector gravado por su competencia foránea. En cuanto al empleo, también domina el impacto en el sector del impuesto.

Resultados sectoriales del escenario 5: Gravamen sobre el sector del papel

Este escenario destaca de los demás porque prácticamente todo el impacto se concentra en el propio sector gravado. Da la impresión de que ante la subida de precios del sector del papel, la economía sustituye la producción interior por la importada y todo lo demás permanece poco alterado. Eso sí, el sector del papel pierde mucho en términos de producción y empleo, pero no parece arrastrar consigo grandes efectos en los demás sectores (Gráfico 5).

Resultados sectoriales del escenario 6: Gravamen conjunto sobre los sectores de papel, siderurgia, cemento y cerámicas

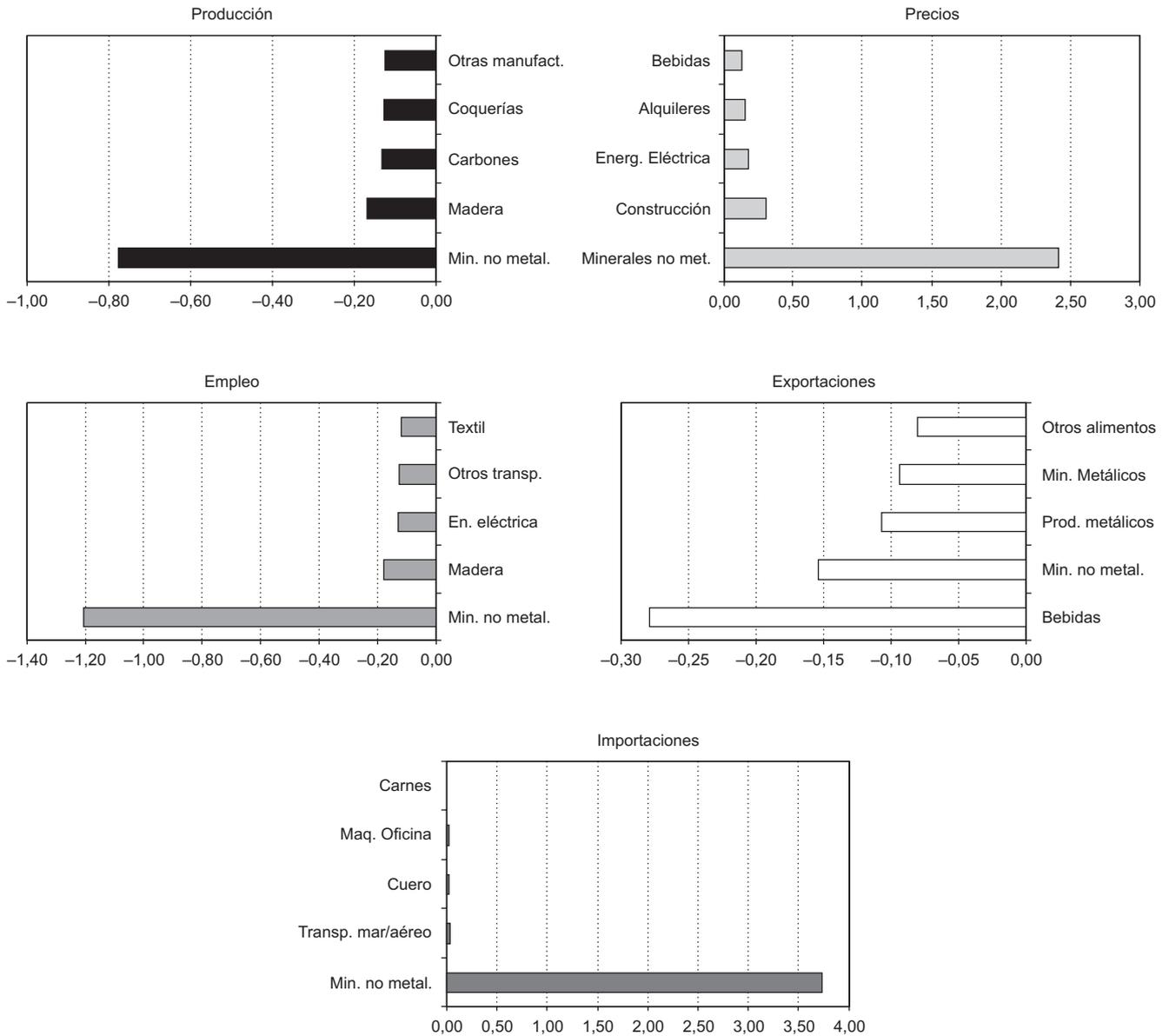
Este escenario está dominado por los tres sectores del modelo que han sido objeto de gravamen y, entre los sectores más afectados, aparecen sectores relacionados con ellos, como coquerías, carbones o energía eléctrica. El sector de papel es el que se ve más afectado en relación a las importaciones, empleo y precios, mientras que minerales metálicos lo es en producción y exportaciones (Gráfico 6).

El cierto sesgo que las variables asociadas al comportamiento exterior de la economía introduce sobre los sectores afectados se aprecia especialmente sobre las exportaciones, donde aparecen ramas ligadas a los transportes (transporte marítimo/aéreo y servicios anejos al transporte) y el comercio.

detallada descripción del modelo. Otras aplicaciones en COLLADO (2002, 2005).

GRÁFICO 4

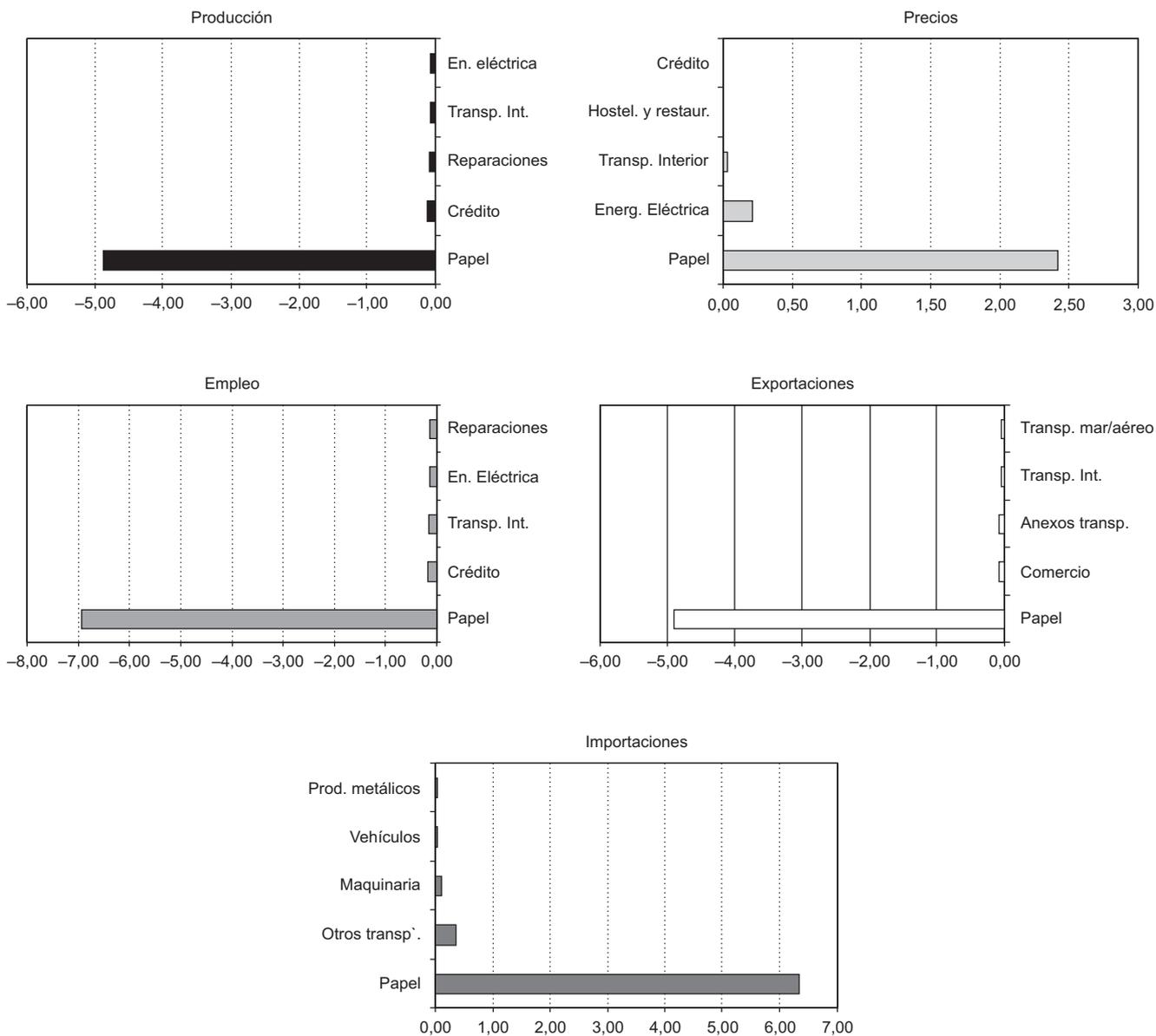
RAMAS DE ACTIVIDAD MÁS AFECTADAS (EN TÉRMINOS DE PRECIOS, PIB, EMPLEO, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES) POR UN IMPUESTO EN LA RAMA DE CEMENTO Y CERÁMICAS*



NOTA: * Desviaciones de las tasas medias de crecimiento del escenario base.

GRÁFICO 5

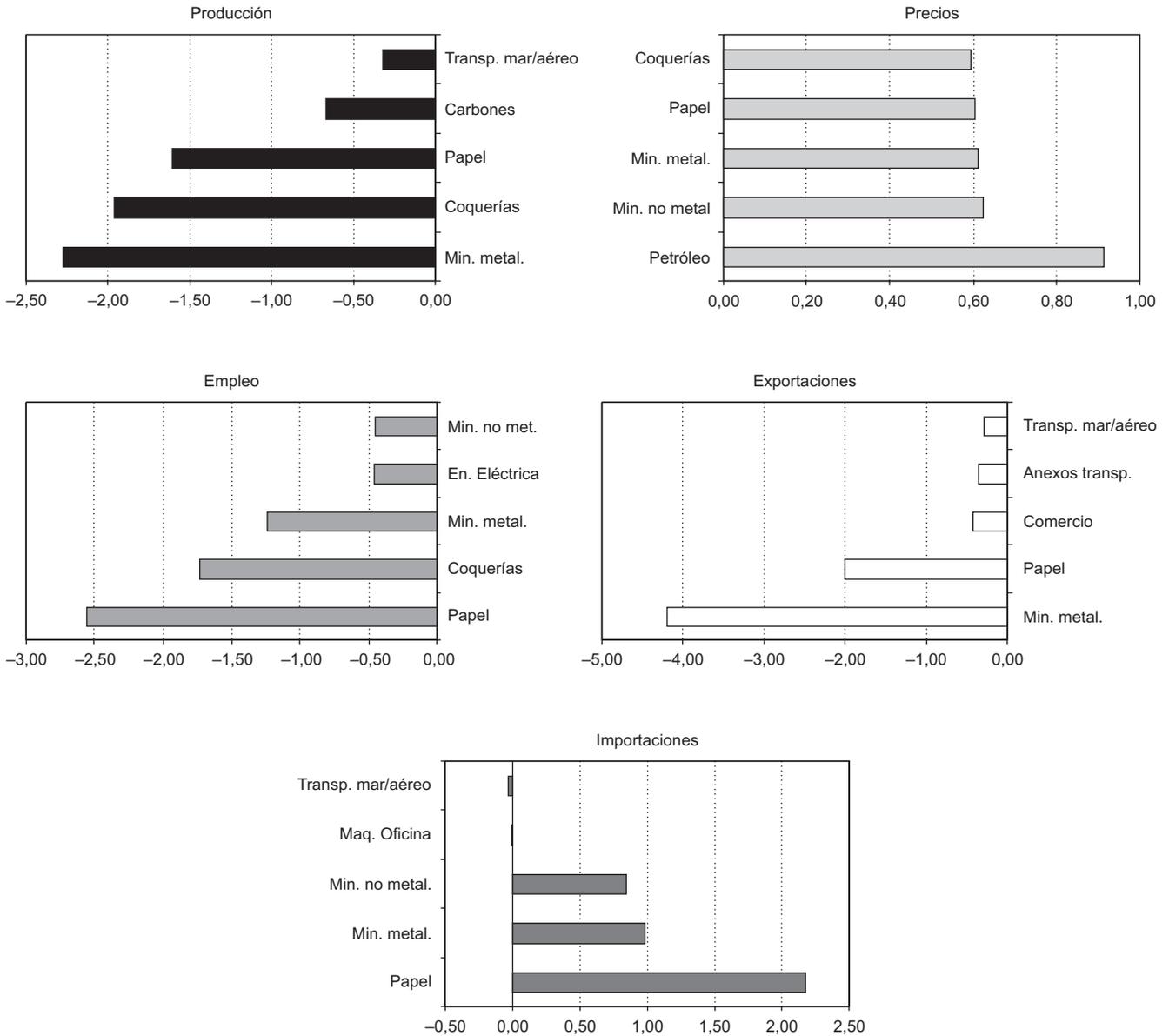
RAMAS DE ACTIVIDAD MÁS AFECTADAS (EN TÉRMINOS DE PRECIOS, PIB, EMPLEO, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES) POR UN IMPUESTO EN LA RAMA DE PASTA Y PAPEL*



NOTA: * Desviaciones en las tasas medias de crecimiento anual del escenario base.

GRÁFICO 6

RAMAS DE ACTIVIDAD MÁS AFECTADAS (EN TÉRMINOS DE PRECIOS, PIB, EMPLEO, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES) POR UN IMPUESTO EN LAS RAMAS DE PAPEL, SIDERURGIA, CEMENTO Y CERÁMICAS*



NOTA: * Desviaciones en las tasas medias de crecimiento anual del escenario base.

CUADRO 8
RESUMEN DE RESULTADOS MACROECONÓMICOS*

Escenarios	Impacto PIB	Impacto inflación	Impacto exportaciones	Impacto importaciones	Impacto empleo
Consumo de gasolina	*	*	*	*****	*
Energía eléctrica	****	***	****	***	****
Siderurgia	***	*****	**	***	*****
Cemento/cerámicas	*****	****	*****	****	****
Papel	*****	*****	*****	*	***
Sider./electricidad/cemento/cerámicas.	**	**	***	****	**

NOTA: * Cuantas más estrellas mejor responde la variable respectiva.

4. Conclusiones

Este artículo ha analizado los impactos derivados de la aplicación de un impuesto de 1.000 millones de euros en las ramas productivas cubiertas por la Directiva sobre Derechos de Emisión (energía eléctrica, siderurgia, cemento, actividades cerámicas, pasta de papel y gasolina), sobre algunas variables macroeconómicas, en concreto: Producto Interior Bruto, inflación, exportaciones, importaciones y empleo.

Los *shocks* se han mostrado para dos niveles de análisis: un nivel macro, en el que se tienen en cuenta los efectos para la economía en su conjunto, y un nivel sectorial, en el que se estudia la distribución de esos impactos por ramas de actividad.

De acuerdo con el análisis macro llevado a cabo, la rama productiva de papel parece ser la que debería ser gravada con el impuesto puesto que ocasiona las menores distorsiones posibles sobre el PIB, la inflación y las exportaciones. De hecho son estas tres las variables que tradicionalmente son elegidas como objetivo de Política Económica por parte de los *policy makers*. Únicamente si las variables macroeconómicas tomadas como objetivo son las importaciones o el empleo, las ramas que deberían ser gravadas son distintas: el consumo de gasolina en el primer caso, y la siderurgia en el segundo. Por otra parte, el sector del papel es el que logra una

combinación óptima de resultados teniendo en cuenta todas las variables por lo que, *a priori*, es el que debería soportar el impuesto, tal y como aparece reflejado en el Cuadro 8.

Por su parte, el Cuadro 9 presenta las ramas de actividad que se ven más afectadas cuando se produce el *shock* impositivo. La conclusión más importante es el fuerte componente endógeno de estos impactos, esto es, en un gran número de casos, la rama que experimenta un efecto más importante es la propia rama gravada. Esto es especialmente evidente en el caso de la siderurgia (identificada como minerales metálicos) y en cemento/cerámicas (identificada como minerales no metálicos), donde para cuatro de las cinco variables objetivo la propia rama es la más afectada, y, sobre todo, en el sector del papel, donde en todos los casos es ella misma la que experimenta efectos más evidentes.

La rama de papel es especialmente interesante no sólo por la presencia de este efecto autónomo para las cinco variables macroeconómicas, sino también por su magnitud cuando se compara con el resto de actividades productivas (e incluso con las que constituyen el *ranking* de las cinco más afectadas, como aparece en el Gráfico 4). Es por ello por lo que se ha decidido obviar el resto de las ramas productivas afectadas en el Cuadro 9, excepto energía eléctrica en el impacto sobre la inflación.

CUADRO 9

RESUMEN DE RESULTADOS: NIVEL SECTORIAL

Escenarios	Impacto producción	Impacto precios	Impacto exportaciones	Impacto importaciones	Impacto empleo
Consumo de gasolina	Petróleo	Petróleo	Bebidas	Transporte marítimo/aéreo	Madera
	Madera	Energía eléctrica	Productos metálicos	Cuero	Textil
	Otros transportes	Comercio	Otros alimentos	Carnes	Otros transportes
	Cuero	Alquileres	Petróleo	Servicios empresas	Minerales metálicos
	Otras manufacturas	Transporte aéreo/marítimo	Minerales metálicos	Papel	Coquerías
Energía eléctrica	Maquinaria oficina	Energía eléctrica	Plásticos	Cuero	Construcción
	Construcción	Minerales metálicos	Automóviles	Madera	Productos químicos
	Alquileres	Carbones	Maquinaria	Carnes	Carbones
	Otros transportes	Coquerías	Maquinaria oficina	Transporte marítimo/aéreo	Energía eléctrica
	Minerales no metálicos	Hostelería/restaurantes	Comercio	Papel	Coquerías
Siderurgia	Minerales metálicos	Minerales metálicos	Minerales metálicos	Minerales metálicos	Coquerías
	Coquerías	Coquerías	Comercio	Material eléctrico	Minerales no metálicos
	Carbones	Energía eléctrica	Servicios anexos transportes	Maquinaria oficina	Carbones
	Energía eléctrica	Carbones	Productos metálicos	Otras manufacturas	Energía eléctrica
	Transporte interior	Productos metálicos	Transporte interior	Servicios recreativos	Reparaciones
Cemento/cerámicas	Minerales no metálicos	Minerales no metálicos	Bebidas	Minerales no metálicos	Minerales no metálicos
	Madera	Construcción	Minerales no metálicos	Transporte marítimo/aéreo	Madera
	Carbones	Energía eléctrica	Productos metálicos	Cuero	Energía eléctrica
	Coquerías	Alquileres	Minerales metálicos	Maquinaria oficina	Otros transportes
	Otras manufacturas	Bebidas	Otros alimentos	Carnes	Textil
Papel	Papel	Papel	Papel	Papel	Papel
Suma siderurgia/ electricidad/ cemento/cerámicas	Minerales metálicos	Petróleo	Minerales metálicos	Papel	Papel
	Coquerías	Minerales no metálicos	Papel	Minerales metálicos	Coquerías
	Papel	Minerales metálicos	Comercio	Minerales no metálicos	Minerales metálicos
	Carbones	Papel	Servanex transportes	Maquinaria oficina	Energía eléctrica
	Transporte marítimo/aéreo	Coquerías	Transporte marítimo/aéreo	Transporte marítimo/aéreo	Minerales no metálicos

El resto de las ramas que aparecen en los *ranking* tienen un carácter relativamente diverso, aunque afloran ciertos patrones de comportamiento regular cuando se utilizan dos variables de control: la variable objetivo que se analiza (producción, precios, exportaciones, importaciones y empleo), y la rama productiva. Desde el punto de vista de las variables objetivo, la diferencia más importante aflora entre las variables precios, empleo e inflación por una parte, y las exportaciones/importaciones por otra, ilustrando las dimensiones interna y externa de la economía. Para las variables que hacen referencia al contexto interior, algunas de las ramas más afectadas son carbones, coquerías o energía eléctrica, mientras que para las variables de carácter externo afloran algu-

nas ramas productivas con una evidente proyección exterior, como son los transportes o el comercio. En definitiva, parece que la dicotomía entre variables interiores (aunque éstas tengan una conexión lógica con el exterior, dada la apertura de la economía española) y exteriores (importación/exportación), introduce una cierta regularidad a la hora de explicar las actividades que conforman los *ranking*.

Como se ha comentado, las características de la rama también arrojan cierta luz como factor explicativo. En este sentido, las conexiones productivas entre ramas son las responsables de los notables efectos que la energía eléctrica experimenta cuando la siderurgia es la rama gravada, los transportes cuando el impuesto es

soportado por el consumo de gasolina, la construcción cuando las ramas gravadas son la energía eléctrica o el cemento/cerámica o las bebidas (que utilizan el vidrio como uno de sus principales *inputs* productivos) cuando el impuesto se aplica sobre cemento/cerámicas (minerales no metálicos en la nomenclatura del modelo MIDE), tal y como se ha comentado anteriormente.

Finalmente, y también en relación con las características de la rama productiva gravada, la mayor o menor diversidad de los sectores afectados por el *shock* está condicionada a la forma en que la rama gravada se interconecta con el tejido productivo, bien ocasionando efectos que se derraman sobre la mayor parte de los sectores, sobre algunos particulares o básicamente sobre uno solo. En el análisis realizado se aprecia cómo cuando el impuesto grava el consumo de gasolina o la energía eléctrica los efectos alcanzan a un mayor conjunto de sectores que cuando se grava a cemento/cerámicas, y sobre todo, a siderurgia, donde las industrias extractivas y de cabecera son las que concentran la mayor parte de los efectos. Finalmente, el sector del papel representa, como se ha comentado, el caso donde la concentración de los efectos en un sector (él mismo), es máxima.

Referencias bibliográficas

[1] ALMON, C. (1991): «The INFORUM Approach to Inter-industry Modelling», *Economic Systems Research*, volumen 3, número 1.

[2] BENGOCHEA, P. (1994): «El impacto de la reducción de cotizaciones sociales y su financiación. Análisis comparado en diferentes modelos», *Documento de trabajo*, Fundación Tomillo.

[3] COLLADO, J. C. *et al.* (1992): *Efectos del Mercado Único sobre los sectores productivos españoles*, Instituto de Estudios Económicos, Madrid.

[4] COLLADO, J. C. y ALONSO, E. (1999): «El impacto de la moneda única en los sectores productivos españoles usando un modelo multisectorial», *Información Comercial Española*, noviembre-diciembre, número 782.

[5] COLLADO, J. C. y GAGO, D. (2005): «Simulaciones sectoriales de producción y empleo para la economía de Madrid a 2015», *Anexo del informe sobre Prospectiva Madrid 2015*, Consejería de Economía e Innovación, Comunidad de Madrid, abril.

[6] COLLADO, J. C. y SANCHO, F. (2002): «Recovering Hidden Indirect Tax Rates for Improved Calibration in Multisectoral Modelling», *Economic Systems Research*, volumen 14, número 1, páginas 81-89.

[7] CENTRO ESTUDIOS ECONÓMICOS TOMILLO (2000, 2001, 2002, 2003 y 2004): *Informe Sectorial. Resultados 20XX y Perspectivas a Corto Plazo 20XX-20XX+1*, Consejo Superior de Cámaras Madrid, julio (varios años).

[8] CENTRO ESTUDIOS ECONÓMICOS TOMILLO (2000): *El Modelo MIDE como elemento de consistencia de las previsiones de tráfico del sistema portuario español*, Ente Público de Puertos del Estado, Madrid.

[9] MINISTERIO MEDIO AMBIENTE (2003): *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España e Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera*, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Madrid.

[10] WERLING, J. F. (1992): *MIDE: A Macroeconomic Multisectoral Model of the Spanish Economy*, Tesis doctoral, Universidad de Maryland, EE UU.