

## Efectos de un Impuesto Medioambiental en Andalucía: Una aproximación mediante un Modelo de Equilibrio General Computable

Clemente Polo. E-mail: [clemente.polo@uab.es](mailto:clemente.polo@uab.es).

Departamento de economía. Universidad Autónoma de Barcelona.

M. Alejandro Cardenete. E-mail: [macardenete@upo.es](mailto:macardenete@upo.es)

Departamento de Economía. Universidad Pablo Olavide.

Patricia D. Fuentes Saguar.<sup>1</sup> E-mail: [pfuesag@upo.es](mailto:pfuesag@upo.es)

Departamento de Economía. Universidad Pablo Olavide.

### Abstract

Reducir las emisiones que provocan el efecto invernadero y al mismo tiempo mantener los niveles de producción y consumo actuales sin alterar sustancialmente las fuentes energéticas disponibles son dos objetivos contradictorios. En Andalucía se han considerado algunas iniciativas para implantar un impuesto medioambiental con el doble objetivo de reducir las emisiones y mejorar la eficiencia en el uso de bienes energéticos, sin que hayan llegado a aplicarse hasta el momento. En este trabajo presentamos un modelo de equilibrio general computable de la economía andaluza, calibrado con la Matriz de Contabilidad Social de Andalucía (SAMAND00), que simula los efectos de la introducción de un impuesto ambiental que grava la utilización de los bienes energéticos causantes de las emisiones –carbón, refino y gas- y cuantifica su impacto sobre la producción, el bienestar y las emisiones de CO<sub>2</sub>. En un segundo escenario, se simula los efectos de esa reforma cuando los ingresos adicionales obtenidos se reciclan para reducir las cotizaciones sociales.

Palabras clave: Modelos de equilibrio general aplicado, Externalidades, Impuestos ambientales, Economía regional, Efectos redistributivos.

Códigos JEL: D57, D58, H21, H23, R13

---

<sup>1</sup> Dirección postal: Carretera de utrera, km. 1. CP: 41013. Sevilla.

## 1. INTRODUCCIÓN

El concepto de contaminación ambiental como externalidad negativa-fallo del mercado no es nuevo, y en base a esta idea se justificaron los primeros impuestos ambientales con la pretensión de internalizar costes externos relacionados con el medioambiente. Fue David Pearce quien enunció, en 1991, la hipótesis del doble dividendo de la imposición ambiental, haciendo referencia a si pueden perseguirse objetivos no ambientales con una reforma fiscal verde, y convirtiéndose en el fundamento académico de las propuestas de aplicación de dichas reformas (Rodríguez, 2002).

A principios de los años noventa se comenzaron a implementar estos impuestos en los países del norte de Europa, con una búsqueda de reducción de emisiones y generación de empleo al ser compensados con la reducción de otros impuestos (lo que se ha llamado reformas fiscales ambientales o verdes). Hasta ahora, las reformas fiscales ambientales, o verdes, han sido objeto de discusión por muchos economistas tanto desde el plano teórico como del aplicado, buscando bajo qué circunstancias puede encontrarse ese doble dividendo. La cuestión es si implementar esta reforma, que tiene como consecuencia una evidente mejora ambiental, supone o no un coste económico en términos de producción, inflación, o en de bienestar no-ambiental. Esto puede ser valorado mediante un análisis coste-beneficio, que tiene como inconveniente la dificultad de medir los beneficios ambientales.

Desde que se hizo público el Informe Stern<sup>2</sup> se ha producido un progresivo cambio en la forma en la que los economistas abordan estas cuestiones. El informe señala, como hemos visto en trabajos anteriores, que controlar el volumen de emisiones efecto invernadero es probablemente el reto económico más importante que tiene que afrontar la humanidad en las próximas décadas, si queremos evitar unos graves e irreversibles daños económicos, humanos y ambientales en la segunda mitad del siglo XXI. Para evitar estos daños el informe sugiere una serie de medidas, entre los que se encuentra establecer un precio a las emisiones de CO<sub>2</sub>; este

---

<sup>2</sup> Stern (2006) demuestra en su informe que el coste de reducir estas emisiones es considerablemente inferior al gasto que sería necesario para paliar los daños.

precio, señala, puede venir definido explícitamente como un impuesto. Por lo tanto, a partir del Informe Stern, las reformas fiscales ambientales están justificadas por sí mismas, y el reto consiste en encontrar la mejor forma de implementarla. Si, además, en ello se encuentra el denominado doble dividendo, la reforma proporcionará no sólo mejoras ambientales, sino también en el bienestar no-ambiental.

Hoy día se han desarrollado ya numerosos estudios económicos aplicados a energía y medioambiente, que incluyen también otros aspectos como el clima o el medioambiente, como los que hemos desarrollado en trabajos anteriores. Para evaluar el impacto de las políticas energéticas y medioambientales han aparecido estudios que utilizan Modelos de Equilibrio General Computable o Aplicado (en adelante MEGA), siendo uno de los primeros trabajos el de Bovenberg y Mooij (1994), y existiendo ya una literatura al respecto. Para España podemos citar los trabajos de Manresa y Sancho (2005), Rodríguez (2003) o Gómez et alia (2003), entre otros. Recientemente, se han desarrollado estudios aplicados a ámbitos regionales como es el caso de González y Dellink (2006) para el País Vasco, o el trabajo de André, Cardenete y Velázquez (2005) que evalúan el impacto de una reforma fiscal ambiental sobre la economía andaluza.

El objetivo de este trabajo es simular los efectos de una reforma fiscal ambiental en la economía andaluza, mediante la imposición de un impuesto medioambiental sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por las actividades productivas, y entendido como un precio para estas emisiones tal y como recomienda Stern (2006). En el ejercicio realizamos una comparación entre dos simulaciones, una primera en la que pulsamos el efecto que tendría la imposición de un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas al consumir energía, y una segunda simulación en la que reciclamos este aumento de impuestos con una reducción a las cuotas de la Seguridad Social, y que nos permitirá evaluar si existe o no el llamado doble dividendo. Para ello, presentamos un Modelo de Equilibrio General Aplicado (MEGAAND00) para la economía andaluza que utilizamos para la simulación y que replica el funcionamiento de la economía andaluza para el año 2000. Los parámetros del modelo se obtienen calibrándolos a partir de la

SAMAND00, que, como ya hemos visto en trabajos anteriores, distingue cinco bienes energéticos. Las emisiones se obtienen a partir del vector  $C$  del trabajo 3 y del Inventario de Emisiones de la Junta de Andalucía (2003).

El trabajo está dividido en cuatro apartados. En el segundo presentamos una descripción del MEGAAND00 incluyendo las cuentas ambientales. En el apartado tercero describimos el proceso de calibrado y equilibrio del modelo. En el cuarto apartado presentamos las simulaciones y los resultados obtenidos con las mismas. El último apartado incluye las principales conclusiones de esta investigación y posibles ampliaciones.

## **2. UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL PARA LA ECONOMÍA ANDALUZA**

Un modelo de equilibrio general aplicado (MEGA) se puede definir como un conjunto de ecuaciones numéricas que representan el entorno y el comportamiento de los agentes de una economía virtual y replican como un equilibrio la base de datos de la economía a la que se aplica. En este apartado presentamos un MEGA estático de la economía andaluza (MEGAAND00) inspirado en el modelo canónico walrasiano desarrollado por Shoven y Whalley.<sup>3</sup> El modelo empleado es sencillo y debe tomarse como un primer paso en una dirección en la que se centrará esta investigación en el futuro inmediato.

El modelo incluye cuatro tipos de agentes: 15 productores<sup>4</sup>, un consumidor representativo, una Administración Pública y un Sector Exterior. Hay, además, hay factores productivos (Trabajo y Capital), y cuatro impuestos, dos directos y dos indirectos. El modelo contempla también la introducción de un impuesto medioambiental que grava las compras de los bienes energéticos responsables de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>3</sup> Shoven y Whalley (1992).

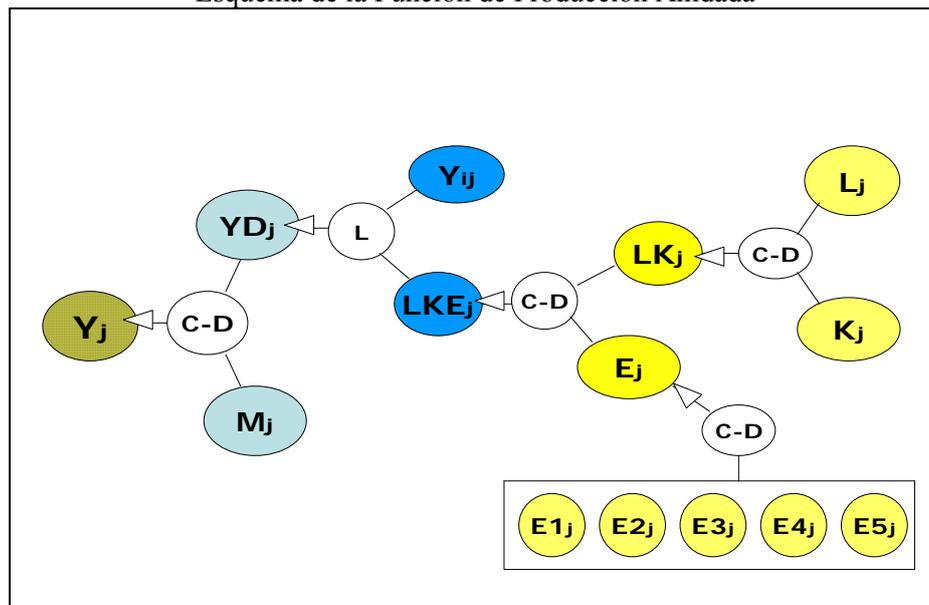
<sup>4</sup> Las correspondencias sectoriales de esta versión reducida de la SAMAND00 están en el Anexo de este Trabajo.

Algunas de las variables son asumidas como fijas (exógenas) como el nivel de transferencias del sector público y la demanda de gasto público, que consideramos determinado por decisiones políticas, o el nivel transferencias del exterior y el nivel de exportaciones, que depende de la renta del resto del mundo, mientras que otras variables como los precios relativos, el déficit público, y los sectores productivos se asumen como variables endógenas.

Un equilibrio de la economía es un vector de precios para todos los bienes, servicios y factores, unos planes de producción y unos planes de consumo y ahorro tales que el consumidor maximiza su utilidad, los sectores productivos maximizan sus beneficios, los ingresos públicos son iguales a la suma de todas las recaudaciones obtenidas y las cantidades ofrecidas son iguales a las demandadas en todos los mercados. Pasamos ya a describir con más detalle la estructura del modelo.

El modelo comprende 15 sectores productivos<sup>5</sup>, de los cuales los sectores 2, 3, 5, 6 y 7 corresponden a los sectores energéticos Carbón, Petróleo crudo y gas natural, Refino de petróleo, Electricidad y Gas manufacturado, el resto de sectores son bienes o servicios no energéticos.

FIGURA 1  
Esquema de la Función de Producción Anidada



Fuente: Elaboración propia.

<sup>5</sup> Se asume que cada sector obtiene un producto homogéneo.

Los productores utilizan una tecnología anidada con rendimientos constantes a escala definida por funciones Cobb-Douglas (C-D), o de Coeficientes fijos ó Leontief (L) en los distintos niveles de anidamiento (Figura 1).

Las funciones de demanda de factores y de oferta de productos de las empresas se obtienen a partir de la maximización del beneficio sujeto a las restricciones tecnológicas, la minimización de costes proporciona dichas funciones, y la condición de precio igual a coste medio los precios de los productos agregados.

Comenzando por el último nivel de anidamiento, el factor energía ( $E_j$ ), se define como una combinación Cobb-Douglas de los cinco bienes energéticos ( $E1$  a  $E5$ , que se corresponden con los sectores 2, 3, 5, 6 y 7 respectivamente). Por otra parte, el agregado  $KL_j$  es generado por los factores primarios  $K_j$  (capital) y  $L_j$  (trabajo) mediante una tecnología Cobb Douglas. A su vez, el agregado  $KLE_j$  es una combinación Cobb-Douglas del agregado  $KL_j$  y del bien energético  $E_j$ . La producción doméstica del sector  $j$ , que denotamos como  $YD_j$ , se obtiene como combinación Leontief de los consumos intermedios no energéticos  $CI_j$  y del agregado  $KLE_j$ . Siendo  $Y_{ij}$  los usos intermedios de cada  $i$  no energético necesario para producir el bien  $j$ .

Finalmente, la producción total de sector  $j$ , en el primer nivel de anidamiento, donde todo output del sector  $j$ ,  $Y_j$ , se obtiene como combinación Cobb-Douglas del output doméstico  $YD_j$  y las importaciones  $M_j$  (adoptando la “Hipótesis de Armington”<sup>6</sup> de que los bienes domésticos y las importaciones son sustitutivos imperfectos).

El modelo adopta la hipótesis de una economía abierta pequeña donde los precios de los bienes y servicios en los mercados internacionales ( $PRM_j$ ) son constantes, y por lo tanto la oferta de importaciones es perfectamente elástica. También son consideradas como exógenas las exportaciones ( $EX_j$ ), así como las transferencias del exterior ( $TRM$ ), siendo endógenas las importaciones ( $IM_j$ ) y el saldo del sector exterior ( $SE$ ). La ecuación para este sector es:

---

<sup>6</sup> Armington (1969).

$$SE = \sum_{j=1}^{15} PRM_j IM_j - TRM \cdot IPC - \sum_{j=1}^{15} EX_j \cdot p_j / (1 + t_j) \quad (1)$$

Siendo  $PRM_j$  los precios del resto del mundo. Nótese que el impuesto medioambiental no grava las exportaciones que están, por tanto, exentas del impuesto ambiental.

Nuestro modelo asume a un único consumidor representativo, que obtiene su renta del salario como pago por su trabajo ( $w$ ), y de la remuneración de factor capital ( $r$ ). Además, obtiene transferencias de los sectores público y exterior.

La función de demanda de los consumidores es obtenida maximizando su utilidad sujeta a la restricción de la renta disponible, mediante una función de tipo Cobb-Douglas como combinación de la demanda de consumo  $DC_j$  y la demanda de ahorro ( $DS$ ).

$$\max U(DC_i, DS) = \left( \prod_{i=1}^{15} DC_i^{\alpha_i} \right) \cdot DS^{(1 - \sum_{i=1}^{15} \alpha_i)} \quad (2)$$

Siendo  $\alpha_i$  y  $(1 - \sum_{i=1}^{15} \alpha_i)$ , los coeficientes de participación de ambos factores  $DC_i$  y  $DS$ .

El objetivo aquí es maximizar la utilidad de los consumidores sujetos a la restricción de la renta disponible. A su vez la renta disponible se reparte de la siguiente forma:

$$RD = \sum_{i=1}^{15} p_i \cdot DC_i + IPI \cdot DS \quad (3)$$

siendo el  $IPI$  el Índice de precios de la inversión.

El sector público recauda impuestos directos ( $ID$ ) e indirectos ( $RIIT$ ), y utiliza sus ingresos para financiar sus compras de bienes y servicios  $GP_j$ , y las transferencias a los agentes privados ( $TSP$ ).  $SP$  denota el balance final (superávit) del presupuesto público que es igual a:

$$SP = ID + RIIT - TSP \cdot IPC - \sum_{j=1}^{15} GP_j \cdot p_j \quad (4)$$

donde  $IPC$  es el Índice de Precios al Consumo y  $p_j$  el precio final de producción del sector  $j$ . Los ingresos por impuestos indirectos sectoriales incluyen los ingresos por el impuesto medioambiental que grava a las ramas productivas ( $ECOTS_j$ ).

El nivel consumo público y transferencias permanecen constantes, no así el gasto que depende de los precios, y el superávit presupuestario se destina a suplementar el ahorro privado para financiar la inversión.

En este modelo la inversión se determina igualando el valor de la inversión a la suma del valor del ahorro privado el superávit presupuestario y el saldo del sector exterior:

$$IPI \cdot INVT = DS \cdot IPI + SP + SE \quad (5)$$

donde  $INVT$  es la inversión total.

#### *Emisiones e Impuesto medioambiental*

Las emisiones se calculan aplicando el vector de emisiones por unidad monetaria de bien energético utilizado, calculado para los tres bienes energéticos responsables de las emisiones de  $CO_2$ , carbón, refino y gas, que aparece en la Tabla 2 del Anexo. Las emisiones generadas por cada sector productivo se obtienen multiplicando esos coeficientes por las cantidades de bienes energéticos empleadas en la producción.

En el modelo, el empleo de los bienes energéticos causantes de las emisiones se grava con un impuesto proporcional a la intensidad de las emisiones que eleva el precio de los bienes causantes de las emisiones, pero también el precio del resto de bienes que utilizan estos bienes energéticos en su producción. El tipo impositivo se determina en dos etapas con la finalidad de gravar con tipos más elevados los bienes energéticos cuyo empleo genera más emisiones, elevando su precio relativo y desincentivando su utilización. En primer lugar, se determina un índice relativo de emisiones,

$$\tau_j = \frac{c_j}{c_2 + c_5 + c_7} \quad j=2, 5 \text{ y } 7 \quad (6)$$

$c_j$  es el coeficiente de emisiones de los tres bienes energéticos que originan las emisiones, carbón, el refino y gas, que corresponden a los bienes 2, 5 y 7 en el modelo. Para el resto de bienes energéticos, petróleo y electricidad que corresponden a los bienes 3 y 6 en el modelo,  $\tau_j = 0$ . A continuación, el índice se reescala multiplicándolo por un número positivo e inferior a 1,  $\varepsilon$ , que proporciona el gravamen que se aplica a los bienes:

$$t_j = \varepsilon \cdot \tau_j \quad j=1, 2, \dots, 15. \quad (7)$$

La recaudación por el impuesto ambiental ( $ECOTS_j$ ) en cada sector se puede calcular multiplicando los tipos por valor de los consumos neto del impuesto medioambiental de los bienes energéticos causantes de las emisiones:

$$ECOTS_j = t_2 \cdot \frac{E1_j \cdot PE1}{(1+t_2)} + t_5 \cdot \frac{E3_j \cdot PE3}{(1+t_5)} + t_7 \cdot \frac{E5_j \cdot PE5}{(1+t_7)} \quad j=1, \dots, 15. \quad (8)$$

El impuesto medioambiental también grava la demanda final<sup>7</sup> y la recaudación es en este caso<sup>8</sup>,

$$ECOTD = \sum_j t_j \cdot (DC_j + INV_j) \cdot p_j / (1+t_j) \quad j=2, 5 \text{ y } 7. \quad (9)$$

<sup>7</sup> Sólo la demanda de consumo y la de inversión consumen bienes energéticos, ya que no hay consumo público de estos bienes, y, como ya hemos comentado, las exportaciones no pagan impuesto ambiental.

<sup>8</sup> El tipo impositivo que se aplica a la demanda final es el mismo que se aplica a los sectores productivos porque en este modelo hemos supuesto que el precio final del producto total es el mismo que pagan los distintos componentes de la demanda final, a pesar de que, como ya hemos comentado en trabajos anteriores, en la realidad hay una diferencia de precios de los bienes energéticos que suelen ser más caros para la demanda final que para su uso como consumos intermedios.

### 3. EQUILIBRIO Y CALIBRACIÓN

El habitual procedimiento de calibración es utilizado para obtener el valor de los parámetros del modelo. Para ello es necesaria una base de datos que en este caso es la SAMAND00, en su versión reducida, que se compone de veinticinco cuentas incluyendo las quince de los sectores productivos, un consumidor representativo, trabajo y capital, sectores público y exterior, y cuatro cuentas de impuestos directos e indirectos. Todos los valores monetarios están medidos en miles de Euros, y todos los valores de emisiones en kilotoneladas (kt) de CO<sub>2</sub>.

El proceso de calibrado comienza asumiendo que la SAMAND00 representa el equilibrio inicial de Andalucía para el año 2000. A partir de aquí el modelo determina el valor de los parámetros que forma que replique el equilibrio inicial, de cuyos datos se dispone.

En concreto, el modelo calibra los siguientes parámetros:

- Todos los coeficientes técnicos, parámetros de participación y de escala de la función de producción.
- Todos los tipos impositivos (excepto el impuesto medioambiental en la primera simulación, y el impuesto medioambiental y el tipo de las cotizaciones sociales en la segunda).
- Los coeficientes de la función de utilidad.

Los coeficientes medioambientales se obtienen como ratio entre las emisiones obtenidas en los trabajos anteriores y la cantidad de output doméstico para cada sector.

De esta forma se define un equilibrio mediante ecuaciones con un vector de precios de bienes y factores ( $p_j^*$ ,  $PL^*$ ,  $PK^*$ ), un vector de outputs de producción  $Y_j^*$ , un nivel de formación bruta de capital  $INV^*$ , un nivel de déficit público  $SP^*$  y exterior  $SE^*$ , y un nivel de recaudación por impuestos, de forma que el plan de producción maximiza el beneficio del productor, el plan

de oferta de factores y demanda de consumo e inversión maximiza la utilidad del consumidor, y todos los mercados se vacían.

#### **4. APLICACIÓN Y RESULTADOS**

En este apartado se presentan los resultados de simular la introducción de un impuesto ambiental en la economía andaluza, cuando el valor de  $\varepsilon$  se establece en el 10%. Como se ha indicado en la sección 3, el gravamen se modula para cada uno de los tres bienes energéticos responsables de las emisiones en proporción a las emisiones por unidad monetaria causadas por el carbón, el refino de petróleo y el gas. Los tipos porcentuales aplicados son: 7,52 para el Carbón, 1,31 para el Refino, y 1,18 para el Gas.

En realidad, se presentan dos simulaciones. La primera (SIM1) cuantifica los efectos puros de la introducción de el impuesto medioambiental. En la segunda simulación (SIM2), se impone la condición de que no varíen los ingresos del Sector Público, neutralidad recaudatoria, permitiendo para ello que el tipo de las cotizaciones sociales que gravan la contratación de servicios laborales se ajuste en la cuantía requerida. El objetivo de la primera simulación es estimar el impacto de la introducción del impuesto medioambiental sobre las emisiones, desde luego, pero también sobre los precios, la producción, el bienestar, la recaudación, etc., variables todas ellas que registran cambios cuando se introduce el impuesto medioambiental. En la segunda simulación, los efectos del impuesto medioambiental se superponen a los originados por una reducción de las cotizaciones sociales que abaratan el precio del trabajo, si bien, en ausencia de desempleo, esta política no puede afectar positivamente el nivel de ocupación.

##### ***4.1. Aplicación de un Impuesto Ambiental a la economía andaluza***

Los resultados que se presentan tienen un carácter preliminar y deben tomarse con cierta precaución. En primer lugar, se examinan los efectos de este impuesto ambiental sobre los precios, la producción, interior y total, y las emisiones.

Como podemos observar en la Tabla 1, el impuesto medioambiental eleva los precios totales, obtenidos al combinar los precios interiores y los precios de las importaciones, que son los que registran el impacto total del impuesto medioambiental. Su aumento es el resultado del impacto directo del impuesto medioambiental sobre el precio total de los bienes energéticos y del impacto indirecto causado por la elevación de los precios interiores. Esto explica que el aumento que registran los precios de los tres bienes energéticos causantes de las emisiones, 7,82 para el carbón, 1,43 para el refino y 1,24 para el gas, sean superiores a los tipos de el impuesto medioambiental, 7,52, 1,31 y 1,18, respectivamente.

TABLA 1. Variación porcentual de la producción y las emisiones sectoriales

<b>SECTORES</b>		<b>Precios</b>	<b>Producción interior</b>	<b>Producción total</b>	<b>Emisiones directas</b>
<b>1</b>	<b>Primario</b>	0,0809	-0,055	-0,038	-1.374
<b>2</b>	<b>Carbón</b>	7,8161	-5,648	-5,564	-11.528
<b>3</b>	<b>Petróleo y gas natural</b>	0,0000	0,000	-0,933	0.000
<b>4</b>	<b>Extractivas no energéticas</b>	0,1528	-0,218	-0,108	-1.143
<b>5</b>	<b>Refino</b>	1,4285	-1,060	-1,053	-2.331
<b>6</b>	<b>Electricidad</b>	1,2943	-1,395	-1,219	-5.983
<b>7</b>	<b>Gas manufacturado</b>	1,2437	-1,028	-1,027	-2.246
<b>8</b>	<b>Agua</b>	0,1026	-0,104	-0,099	-1.363
<b>9</b>	<b>Alimentación</b>	0,0578	-0,050	-0,034	-1.375
<b>10</b>	<b>Otras manufacturas</b>	0,0435	-0,100	-0,065	-1.624
<b>11</b>	<b>Químicas</b>	0,1384	-0,217	-0,093	-1.105
<b>12</b>	<b>Construcción</b>	0,1042	-0,095	-0,090	-1.577
<b>13</b>	<b>Comercio</b>	0,0695	-0,093	-0,093	-1.962
<b>14</b>	<b>Transporte y comunicaciones</b>	0,1881	-0,290	-0,257	-1.393
<b>15</b>	<b>Resto Servicios</b>	0,0298	-0,036	-0,035	-1.428
<b>Media simple</b>		<b>0,9080</b>	<b>-0,156</b>	<b>-0,160</b>	<b>-3,115</b>

Fuente: Elaboración propia.

El impuesto medioambiental, como cabía esperar, eleva también los precios de los restantes bienes y servicios, si bien el único aumento significativo se observa en el sector Electricidad, cuyo precio aumenta el 1,29 por ciento, y ello a pesar de que su precio no está gravado con el impuesto medioambiental. Entre los restantes sectores no energéticos, los aumentos más destacables se obtienen en Transporte, 0,19 por ciento, Extractivas no energéticas, 0,15 por ciento, Químicas, 0,14 por ciento, Construcción y Agua, 0,10 por ciento y Primario, 0,08. Y los menores, en Comercio, Alimentación, Otras manufacturas, y Resto

servicios. El impuesto medioambiental no altera prácticamente el precio del capital<sup>9</sup> y los índices de precios al consumo e inversión, que son medias ponderadas, registran variaciones porcentuales muy inferiores, 0,13 y 0,08 por ciento, respectivamente, a la media simple que aparece en la última fila de la Tabla 1. El precio del agregado energía registra un elevado incremento en los sectores de Carbón (5,41%) y Electricidad (3,37) y aproximadamente del 1,4 por ciento en la mayoría de los sectores. Únicamente, los sectores de refino y gas que utilizan gran cantidad de petróleo que no está sujeto al gravamen, los aumentos son pequeños.

En las dos columnas siguientes figuran las variaciones en las producciones interior y total. Las mayores caídas se producen en los sectores energéticos gravados por el impuesto medioambiental, Carbón, Refino y Gas, y en Electricidad, un sector cuyo precio aumenta considerablemente debido a sus elevados consumos intermedios de Refino, Carbón y Gas. La producción total cae algo menos que la interior, pues el impuesto medioambiental aumenta el precio de los bienes y servicios interiores no energéticos, que utilizan los bienes energéticos como consumos intermedios, en relación a los importados, induciendo la sustitución de los primeros por los segundos; y cabe esperar que este efecto sea más intenso si la elasticidad de sustitución entre producción interior e importaciones tomara valores más realistas de los asumidos en este modelo. El sector Petróleo donde no hay producción interior registra también una caída en las importaciones cercana al 1 por ciento, explicable por la caída (1,06 por ciento) de la producción de refino. Entre los sectores no energéticos más afectados por el impuesto medioambiental, destacan las caídas en la producción interior en Transporte, Extractivas no energéticas y Químicas, ramas todas ellas intensivas en el uso de los bienes energéticos. No obstante, hay que decir que las caídas en el peor de los casos no alcanzan el 0,3 por ciento para la producción interior y el 0,26 por ciento para la total. A continuación figuran Agua, Construcción y Comercio, con reducciones cercanas al 0,1 por ciento y, por último el resto de sectores con caídas muy pequeñas. Las reducciones de la producción total son algo inferiores por las razones ya comentadas.

---

<sup>9</sup> Las variaciones de precios se entiende que son variaciones respecto al salario que se mantiene inalterado por ser éste el precio elegido como numerario.

En la tercera columna se presenta la variación de las emisiones sectoriales, pudiéndose apreciar como la caída en la producción interior reduce también las emisiones de todos los sectores, el principal objetivo del impuesto. Las emisiones medias disminuyen el 3,12 por ciento, encontrándose por encima de este valor las reducciones alcanzadas en los sectores productores de Carbón (11,53 por ciento) y Electricidad (5,98 por ciento). Otros sectores donde las emisiones disminuyen más del 2 por ciento son Refino y Gas. En el resto de sectores, las emisiones caen entre el 1 y el 2 por ciento. A la hora de valorar estos resultados, hay que tener en cuenta que la reducción de emisiones sectoriales depende de dos factores: la intensidad relativa de los tres bienes energéticos contaminantes y la reducción que registra la producción. Ello explica, por ejemplo, que se obtengan variaciones porcentuales más elevadas en Comercio y Otras manufacturas que utilizan más carbón que en las ramas de Extractivas no energéticas, Transporte o Químicas, a pesar de que la caída de la producción es bastante más elevada en estas últimas.

A continuación, en la Tabla 2, se muestran los valores de los principales agregados macroeconómicos y algunas variables fiscales antes (Base) y después de la simulación (SIM1), así como la variación porcentual registrada. En la parte superior se proporciona los valores absolutos de la Renta disponible real, el PIB real y las cifras de recaudación en millones de euros y en el panel inferior algunos ratios indicativos de la evolución de los principales agregados y las emisiones en relación al PIB.

En este modelo walrasiano donde los mercados de trabajo y capital se vacían, las rentas de trabajo y capital permanecen constantes al mantenerse prácticamente inalterado el precio del capital. La caída de la renta disponible real de la familia representativa se explica, en consecuencia, por el aumento de los precios de los bienes de consumo adquiridos por las familias y del precio del ahorro o el precio del bien compuesto de inversión. Un resultado similar se obtiene cuando se calcula la variación equivalente o compensatoria originada por la reforma fiscal.

La variación del PIB real se ha obtenido valorando los componentes del gasto a los precios del año base, resultando una caída bastante inferior a la de la renta disponible real, al mantenerse inalterado el gasto público y las exportaciones.

En la Tabla 2 se incluye también la recaudación del Gobierno regional, desglosada entre impuestos directos e indirectos que, a su vez, se desagregan en cotizaciones sociales, impuestos sobre los productos y las importaciones y el impuesto medioambiental.

TABLA 2. Principales agregados y variables fiscales

	<b>BASE</b> (Millones de €)	<b>SIM1</b> (Millones de €)	<b>VARIACIÓN</b> <b>Porcentual</b>
<b>Renta disponible real</b>	<b>80.019,44</b>	<b>79.944.17</b>	<b>-0,094</b>
<b>PIB real</b>	<b>86.215,97</b>	<b>86.185,35</b>	<b>-0,036</b>
<b>Recaudación total</b>	<b>26.805,07</b>	<b>26.905,22</b>	<b>0,374</b>
<b>Recaudación impuestos directos</b>	<b>7.709,41</b>	<b>7.711,40</b>	<b>0,026</b>
<b>Recaudación impuestos indirectos</b>	<b>19.095,66</b>	<b>19.193,82</b>	<b>0,514</b>
Impuestos netos sobre la producción y las importaciones	9.624,01	9.605,54	-0,192
Cotizaciones sociales pagadas por los empleadores	9.471,65	9.471,59	-0,001
Impuesto ambiental	0,0	116,69	---
<b>-----</b>			
	<b>BASE</b> (En porcentaje)	<b>SIM1</b> (En porcentaje)	<b>VARIACIÓN</b> <b>Porcentual</b>
<b>Consumo/PIB</b>	71,17	71.12	-0.083
<b>Inversión/PIB</b>	26,14	26.11	-0.119
<b>Gasto/PIB</b>	22,21	22.20	-0.071
<b>Exportaciones/PIB</b>	25,35	25.34	-0.027
<b>Importaciones/PIB</b>	44,87	44.76	-0.251
<b>Déficit exterior/PIB</b>	11,67	11,56	-0,922
<b>Recaudación/PIB</b>	31,09	31,17	0,265
<b>Déficit público/PIB</b>	7,17	7,07	-1,317
<b>-----</b>			
	<b>BASE</b> (Kt de CO <sub>2</sub> por millón de euros)	<b>SIM1</b> (Kt de CO <sub>2</sub> por millón de euros)	<b>VARIACIÓN</b> <b>Porcentual</b>
<b>Emisiones totales/PIB</b>	0,857	0,833	-2,610

Fuente: Elaboración propia.

La recaudación por impuestos directos apenas se altera ya que tampoco lo hace la renta disponible nominal. En contraste, la recaudación obtenida con los impuestos indirectos aumenta el 0,51 impulsada por el nuevo impuesto, el impuesto medioambiental, y ello a pesar de que la recaudación por cotizaciones no varía, y que la recaudación que proporcionan los impuestos indirectos sobre la producción y las importaciones se reduce ligeramente a causa de la caída generalizada de la producción, que el aumento de los precios no compensa completamente.

Respecto a la composición del PIB por la vía del gasto, se observan cambios bastante leves de sus principales componentes en relación al PIB. El consumo y la inversión caen 8,3 y 11,9 centésimas, respectivamente, las compras públicas y exportaciones, constantes en términos reales por hipótesis, se reducen 7,1 y 2,7 centésimas respectivamente, debido al efecto de los precios, y las importaciones caen 25,1 centésimas a causa de la reducción de la actividad, sobre todo a causa de la reducción de las importaciones de petróleo. Finalmente, el déficit público se reduce casi un 1,4% al aumentar la recaudación impulsada al alza por la introducción del impuesto medioambiental.

En la última línea de la Tabla 2 se ha incluido una cifra que indica las kt. de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB real. Como puede apreciarse, la introducción del impuesto medioambiental reduce su cuantía de 0,86 a 0,83, una reducción del 2,61 por ciento, que proporciona una indicación de la efectividad del impuesto para alcanzar reducciones en las emisiones. En definitiva, la aplicación del impuesto medioambiental conlleva un dividendo ambiental consistente en una reducción de las emisiones contaminantes, pero provoca un descenso generalizado en la producción de los sectores productivos y una caída del PIB real. ¿Se mantendrá esta conclusión cuando se reciclen los ingresos adicionales proporcionados por el impuesto medioambiental?

#### ***4.2. Aplicación de un impuesto ambiental a la Economía Andaluza con neutralidad recaudatoria***

En este apartado se presentan los resultados obtenidos al simular la introducción del impuesto medioambiental en un escenario de neutralidad recaudatoria. En concreto, los ingresos adicionales proporcionados por el impuesto medioambiental se destinan a reducir los tipos de las cotizaciones sociales de los empleadores de modo que la recaudación impositiva se mantenga. El objetivo de esta simulación es detectar si podría obtenerse en la economía andaluza el llamado doble dividendo.

La noción de doble dividendo, introducida por Pearce (1991), alude a la posibilidad de que, además de un primer dividendo consistente en la mejora medio ambiental objeto de la política, la introducción del impuesto medioambiental pudiera servir para obtener un beneficio no ambiental o segundo dividendo. Este segundo dividendo, ocasionado por el reciclamiento de los ingresos obtenidos con el impuesto medioambiental, puede adoptar diversas expresiones: una mejora de los niveles de empleo (doble dividendo de empleo), una mejora en la eficiencia del sistema fiscal, obtenida al alterar la composición de los impuestos, distorsionantes en la que la riqueza social es mayor cuando se utilizan los ingresos procedentes del impuesto ambiental para financiar una reducción de los tipos aplicados en alguno de estos impuesto distorsionantes, que con unas transferencias de suma cero<sup>10</sup> (doble dividendo débil), o un aumento del bienestar económico consistente en un aumento de la renta disponible real (doble dividendo fuerte).<sup>11</sup> La presencia o no de un doble dividendo es una cuestión empírica que ha de resolverse en cada caso procediendo a simular las políticas impositivas.

En España, se han publicado algunos estudios buscando establecer si hay o no un doble dividendo. Manresa y Sancho (2005) simulan la introducción de un impuesto ambiental en un modelo donde predominan los coeficientes fijos en la producción y se imponen restricciones a

---

<sup>10</sup> Goulder (1995).

<sup>11</sup> Goulder (1995) y Mooij (1999).

los precios para endogeneizar la tasa de desempleo. En este marco calculan el impacto de introducir un impuesto que grava el uso de bienes energéticos, contemplando la posibilidad de que los ingresos del nuevo impuesto se empleen para reducir los tipos de las cotizaciones sociales. Estos autores concluyen que en el último escenario, resulta posible obtener incluso lo que llaman un triple dividendo, esto es, una reducción de las emisiones, un aumento del empleo y una mejora de la eficiencia del sistema fiscal, cuantificada como un aumento del bienestar de la familia representativa estimada por la variación equivalente. Hay también un estudio de la economía andaluza realizado por André, Cardenete y Velázquez (2005) que igualmente concluye que es posible obtener un doble dividendo cuando los ingresos del nuevo impuesto se reciclan para reducir las cotizaciones sociales, pero que el resultado no se mantiene cuando se emplean en rebajar el tipo impositivo que grava la renta.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en este estudio al introducir el impuesto medioambiental y aplicar su recaudación para reescalar a la baja los tipos de las cotizaciones sociales pagadas por los empleadores. Este modelo difiere de los anteriores en dos aspectos importantes: primero la energía es un agregado de varios productos energéticos y puede sustituirse por trabajo y capital. Segundo, en el modelo no hay fricciones en el mercado laboral y, por tanto, el mercado de trabajo se vacía, quedando así excluida la posibilidad de que haya un segundo dividendo de empleo.

En la Tabla 3 podemos ver los efectos sobre los precios, la producción interior y total y las emisiones sectoriales. La variación de los precios registra ahora el impacto positivo del impuesto medioambiental y el negativo ocasionado por la reducción de los tipos de las cotizaciones. Los aumentos más fuertes se producen, como en la simulación anterior, en los sectores energéticos sobre los que recae el impuesto medioambiental –carbón, refino y gas, y en el sector electricidad que emplea estos productos como bienes intermedios.<sup>12</sup> Hay otros tres

---

<sup>12</sup> Estas conclusiones podrían variar en un modelo con desempleo y capacidad infrautilizada del capital. Y es que al imponer el vaciado de los mercados de trabajo y capital, el impuesto medioambiental eleva el precio de la energía pero al no haber, para el conjunto de la economía, más trabajo o capital disponible,

sectores intensivos en energía -Extractivas no energéticas, Químicas y Transporte- donde el efecto del impuesto medioambiental queda atenuado pero no completamente compensado por la reducción de los tipos de las cotizaciones.

En el resto de los sectores, los precios caen levemente, algo más en aquellos sectores donde los costes laborales tienen mayor peso, como ocurre en las ramas Resto de servicios, Comercio y Construcción. Como en la simulación anterior, el impuesto medioambiental apenas altera el precio del capital, eleva algo menos el IPC (0,015 por ciento) y bastante menos el índice de precios de inversión, que de hecho registra una caída (0,032 por ciento). También el precio del valor añadido cae bastante más que en la SIM1 (0,183 frente a 0,006 por ciento) reflejando ahora los menores costes laborales, en tanto que el precio del agregado energía sube algo menos en SIM2 (0,963 por ciento) que en SIM1 (0,999 por ciento).

TABLA 3. Variación porcentual de la producción y las emisiones sectoriales

SECTORES		Precios	Producción interior	Producción total	Emisiones
<b>1</b>	<b>Primario</b>	-0,035	-0,009	-0,017	-1.448
<b>2</b>	<b>Carbón</b>	7,709	-5,651	-5,597	-11.589
<b>3</b>	<b>Petróleo y gas natural</b>	0,000	0,000	-1,032	0.000
<b>4</b>	<b>Extractivas no energéticas</b>	0,087	-0,285	-0,222	-1.307
<b>5</b>	<b>Refino</b>	1,392	-1,138	-1,133	-2.390
<b>6</b>	<b>Electricidad</b>	1,187	-1,411	-1,250	-6.032
<b>7</b>	<b>Gas manufacturado</b>	1,202	-1,115	-1,114	-2.327
<b>8</b>	<b>Agua</b>	-0,048	-0,062	-0,065	-1.455
<b>9</b>	<b>Alimentación</b>	-0,045	-0,004	-0,016	-1.456
<b>10</b>	<b>Otras manufacturas</b>	-0,021	-0,110	-0,127	-1.758
<b>11</b>	<b>Químicas</b>	0,080	-0,175	-0,103	-1.146
<b>12</b>	<b>Construcción</b>	-0,020	-0,314	-0,315	-1.924
<b>13</b>	<b>Comercio</b>	-0,080	-0,061	-0,061	-2.058
<b>14</b>	<b>Transporte y comunicaciones</b>	0,074	-0,283	-0,270	-1.496
<b>15</b>	<b>Resto Servicios</b>	-0,127	-0,028	-0,033	-1.558
<b>Media simple</b>		<b>0.811</b>	<b>-0.178</b>	<b>-0,200</b>	<b>-3,220</b>

Fuente: Elaboración propia.

---

no se pueden sustituir los factores cuyos precios se han elevado, la energía, por los factores cuyo precio relativo ha caído, el agregado capital-trabajo.

En cuanto a la producción interior se observan recortes algo mayores en los sectores energéticos, algunos sectores intensivos en energía (Extractivas no energéticas) y otros que, como Construcción, destinan una parte sustancial de su producción a inversión. En otras ramas, como Transporte y Otras Manufacturas, no hay cambios significativos. Además de los efectos en los precios, hay que recordar que en este modelo, la inversión agregada la determina el ahorro del hogar representativo, el superávit presupuestario y el superávit del sector exterior, de modo que al reciclarse el impuesto medioambiental y esfumarse la mejora en el superávit observada en la SIM1, el recorte de la producción puede intensificarse en sectores como Construcción que destinan una importante sustancial de la producción a inversión. Estos efectos se mantienen al comparar las variaciones de la producción total, destacando la reducción algo mayor que registran las importaciones de petróleo.

En la última columna de la Tabla 3 aparecen las emisiones sectoriales. Al reciclar la recaudación de el impuesto medioambiental, las emisiones sectoriales disminuyen en todos los sectores, resultando las caídas más significativas en aquellos sectores que, su producción como ocurre en Construcción, registra ahora una mayor caída. La reducción de las emisiones en aquellos sectores donde la reducción de la producción es inferior a la registrada en la SIM1, hay que achacarla a las menores cantidades de energía –y bienes energéticos contaminantes– empleadas, sustituidas por un uso más intensivo del bien agregado trabajo-capital.

En la Tabla 4 se comparan los resultados obtenidos para los principales agregados macroeconómicos y algunas variables fiscales en el año base y tras la reforma fiscal.

En primer lugar, se observa como al reciclarse el impuesto medioambiental, la renta disponible real de las familias disminuye menos que en la simulación anterior, aumentando tanto el consumo como el ahorro privado. Sin embargo, el PIB real cae prácticamente lo mismo, al compensarse el aumento en el consumo con una reducción de la inversión, al evaporarse la mejora del superávit presupuestario cuando se recicla el impuesto medioambiental.

TABLA 4. Principales agregados y variables fiscales

	<b>BASE</b> (Millones de €)	<b>SIM2</b> (Millones de €)	<b>VARIACIÓN</b> <b>porcentual</b>
<b>Renta disponible real</b>	<b>80.019,49</b>	<b>79.963,44</b>	<b>-0,070</b>
<b>PIB real</b>	<b>86.215,97</b>	<b>86.180,47</b>	<b>-0,041</b>
<b>Recaudación total</b>	<b>26.805,07</b>	<b>26.805,07</b>	<b>0,000</b>
<b>Recaudación impuestos directos</b>	<b>7.709,41</b>	<b>7.704,27</b>	<b>-0,067</b>
<b>Recaudación impuestos indirectos</b>	<b>19.095,66</b>	<b>19.100,80</b>	<b>0,027</b>
Impuestos netos sobre la producción y las importaciones	9.624,01	9.591,45	-0,338
Cotizaciones sociales pagadas por los empleadores	9.471,65	9.392,83	-0,832
Impuesto ambiental	0,0	116,52	---
<hr/>			
	<b>BASE</b> (En porcentaje)	<b>SIM2</b> (En porcentaje)	<b>VARIACIÓN</b> <b>Porcentual</b>
<b>Consumo/PIB</b>	71,17	71,17	-0,001
<b>Inversión/PIB</b>	26,14	26,14	-0,355
<b>Gasto/PIB</b>	22,21	22,21	-0,047
<b>Exportaciones/PIB</b>	25,35	25,35	0,061
<b>Importaciones/PIB</b>	44,87	44,87	-0,197
<b>Déficit exterior/PIB</b>	11,67	11,56	-0,947
<b>Recaudación/PIB</b>	31,09	31,11	0,065
<b>Déficit público/PIB</b>	7,17	7,15	-0,250
<hr/>			
	<b>BASE</b> (Kt de CO <sub>2</sub> por millón de euros)	<b>SIM2</b> (Kt de CO <sub>2</sub> por millón de euros)	<b>VARIACIÓN</b> <b>Porcentual</b>
<b>Emisiones totales/PIB</b>	0,857	0,834	-2,679

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la variación de las recaudaciones fiscales desagregadas, se observa una reducción insignificante en el montante de el impuesto medioambiental -al cancelarse el efecto de aumentos en los precios energéticos y caída de las cantidades empleadas-, una caída algo mayor de la recaudación por impuestos sobre la producción que en la simulación anterior (0,33 frente al 0,19 por ciento), una caída significativa de la recaudación por cotizaciones (0,83 por ciento) y una reducción también de la recaudación por impuestos directos. Las menores recaudaciones por impuestos sobre la producción y directos absorben una parte de la

recaudación obtenida con el impuesto medioambiental e impiden que las cotizaciones sociales puedan reducirse algo más.

En cuanto a la composición del PIB, el único cambio reseñable es la reducción del superávit del sector exterior, causado por la reducción de las importaciones de petróleo, y que, como ya se ha mencionado, reduce la inversión agregada de la economía. Se mantiene la reducción de emisiones por unidad de PIB real obtenida en la simulación anterior.

En definitiva, se puede concluir que si bien el reciclado de la recaudación del impuesto medioambiental permite reducir los tipos de las cotizaciones y aumentar la renta disponible real de la familia representativa, el PIB real no mejora respecto a la primera simulación. El impacto positivo que tienen el aumento del consumo y ahorro de la familia se ve compensado por la contracción de los superávits público y del sector exterior que reducen la inversión agregada. En definitiva, el reciclado del impuesto reduce la contracción de la renta disponible real ocasionada por la introducción del impuesto medioambiental pero no impide que se reduzca el PIB real de la economía.

## **5. CONCLUSIONES**

En este trabajo se ha introducido un impuesto medioambiental que eleva el precio de los bienes energéticos causantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> con el propósito de reducir dichas emisiones. Los efectos de esta reforma fiscal verde sobre la economía andaluza se han evaluado con un modelo estático de equilibrio general aplicado de corte walrasiano que, a diferencia de los modelos lineales, refleja la estructura productiva de una manera más flexible, y modela el comportamiento de los productores, el consumidor representativo, el gobierno y el sector exterior. Además, las condiciones de vaciado de los mercados tienen en cuenta las limitaciones de factores disponibles.

El modelo permite cuantificar el impacto de la reforma sobre los precios, las producciones y las emisiones sectoriales y estimar el impacto sobre las principales variables

macroeconómicas y las recaudaciones impositivas. Se han considerado dos escenarios alternativos: primero, se han calculado los efectos del impuesto medioambiental y, a continuación, los efectos del impuesto medioambiental cuando se utilizan los ingresos obtenidos con el nuevo impuesto para reducir los tipos efectivos de las cotizaciones sociales. El propósito de comparar ambos escenarios es conocer si, además, del dividendo ambiental, el reciclado de la recaudación obtenida con el impuesto medioambiental permite aumentar la renta real de la familia o el PIB real.

La introducción de el impuesto medioambiental eleva en una cuantía apreciable los precios de los bienes causantes de las emisiones, carbón, refino y gas, y también los precios de otros bienes y servicios, energéticos y no energéticos, que utilizan estos bienes energéticos como consumos intermedios. Estos efectos precio se ven atenuados en algunos sectores intensivos en trabajo cuando se reciclan los ingresos del impuesto medioambiental y se reducen los tipos de las cotizaciones. En ambas simulaciones se obtiene un dividendo ambiental muy parecido, esto es, una reducción significativa de las emisiones sectoriales y una reducción media algo superior al 3 por ciento. El indicador de eficiencia energética (Emisiones por unidad de PIB real) también registra una caída del 2,7 por ciento. Los resultados obtenidos no permiten concluir, sin embargo, que hay un dividendo no ambiental, pues si bien la renta disponible real no disminuye tanto cuando se recicla la recaudación del impuesto medioambiental, la caída del PIB real se mantiene en el segundo escenario. Como ya se ha indicado, la hipótesis de que los mercados de factores se vacían, imposibilita que la reducción de las cotizaciones sociales eleve la ocupación, la renta y los niveles de actividad.

En cuanto a los efectos sectoriales, hay que mencionar que los sectores energéticos son los más afectados, destacando el impacto de el impuesto medioambiental sobre la producción de carbón, refino, gas y electricidad y, también, sobre las importaciones de petróleo. En general, el impacto sobre los sectores no energéticos es pequeño y sólo alcanza valores dignos de mención en el caso de las ramas Extractivas no energéticas, Transporte y Químicas. También

Construcción registra una caída significativa cuando la recaudación del impuesto medioambiental se recicla y se mantiene inalterada la recaudación del gobierno.

Los resultados obtenidos con este modelo deben tomarse con cierta precaución y es uno de los objetivos prioritarios extender esta investigación en varias direcciones. En primer lugar, sería deseable contrastar estos resultados con los obtenidos al incorporar desempleo como hacen Manresa y Sancho (2005) y André *et al.* (2005) o incluso capacidad infrautilizada. En segundo lugar, resultaría deseable modelar la energía primaria y secundaria separadamente como hace Rodríguez (2003) y examinar la sensibilidad de los resultados cuando se emplean otros anidamientos. Finalmente, aunque la tecnología Cobb-Douglas permite sustituir unos factores por otros, sería conveniente utilizar otras funciones de producción más flexibles.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRÉ, P., CARDENETE, M. A., VELÁZQUEZ, E. (2005): "Performing an environmental tax reform in a regional economy". *Annals of Regional Science*, 39, pp. 375-392.

ARMINGTON, P.S. (1969): "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Productions". *International Monetary Fund Staff Papers*, 16, pp. 159-178.

BÖHRINGER, C., RUTHERFORD, T. (1997): "Carbon taxes with exemptions in an open economy: a General Equilibrium Analysis of the German Tax Initiative". *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 32, pp. 189-203.

BOVENBERG, L., GOULDER, L.H. (1996): "Optimal environmental taxation in the presence of other taxes: General Equilibrium Analyses". *American Economic Review*, 86, nº 4, pp. 985-1000.

BOVENBERG, L., DE MOOIJ, R. (1994): "Environmental Levies and Distortionary Taxation". *The American Economic Review*, nº 94(4), pp.1085-1089.

CARDENETE, M. A. (2004): "Evaluación de una reducción de las cuotas empresariales a la Seguridad Social a nivel regional a través de un modelo de equilibrio general aplicado: el caso de Andalucía". *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 22, pp. 99-113.

CARDENETE, M. A., LLOP, M. (2005); "Modelos multisectoriales de Equilibrio General Aplicado en España: Una Revisión". *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 23-2, pp. 1-21.

CE (2002): *Directiva 2002/358/CE*, de 25 de abril de 2002, del Consejo Europeo, relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2003): *Inventario de Emisiones de Andalucía*. Junta de Andalucía.

GAGO, A., LABANDEIRA, X. (1999): *La Reforma Fiscal Verde*. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

GÓMEZ A., FAEHN, T., KVERNDOKK, S. (2004): "Can carbon taxation reduce Spanish unemployment?" Working Paper, Univ. de Oslo.

GONZÁLEZ, M., DELLINK, R. (2006): "Impact of climate policy on the Basque economy". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, vol. 6, 12, pp. 187-213.

GOULDER, L. (1995): "Environmental Taxation and the Double Dividend: a Reader's Guide". *International Tax and Public Finance*, Nº 2, pp. 157-183.

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA (2006): *Sistema de Cuenta Económicas de Andalucía. Marco Input-Output 2000*. Junta de Andalucía.

LABANDEIRA, X., LÓPEZ-NICOLÁS, A. (2002): "La imposición de los carburantes de automoción en España: algunas observaciones teóricas y empíricas". *Hacienda Pública Española*, 160, pp. 177-210.

MANRESA, A., SANCHO, F. (2005): "Implementing a double dividend: Recycling ecotaxes toward lower labour taxes". *Energy Policy*, 33, pp. 1577-1585.

MOOIJ, R.A. (1999): "The double dividend of an environmental tax reform". En: van der Bergh JCJM (ed) *Handbook of environmental and resource economics*. Edward Elgar.

PEARCE, D. (1991): "The role of carbon taxes in adjusting to global warming." *The Economic Journal*, nº 101, pp. 938-48.

POLO, C., SANCHO, F. (1996): "Substitution of Value Added revenues for Social Security Contributions: the case of Spain". en *Studies in Applied General Equilibrium Analysis*, A. Fissati (ed), Avebury Press, London.

POLO, C., SANCHO, F. (1990): "Efectos económicos de una reducción de las cuotas empresariales a la seguridad social". *Investigaciones Económicas*, Nº 3, vol. 14, pp. 407-424.

RODRÍGUEZ, M. (2003): *Imposición Ambiental y Reforma Fiscal Verde. Ensayos Teóricos y Aplicados*. Tesis Doctoral inédita. Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Vigo.

RODRÍGUEZ, M. (2002): "Reforma fiscal verde y doble dividendo: una revisión de la evidencia empírica." Instituto de Estudios Fiscales, *Papeles de Trabajo*, 27/02.

SCARF, H. (1973): *The Computation of Economic Equilibria*, en colaboración con T. Hansen, New Haven, Yale Univ. Press.

SHOVEN, J.B., WHALLEY, J. (1992): *Applying General Equilibrium*. New York, Cambridge University Press.

STERN, N. (2006): *Stern review: The economics of Climate Change*. Cambridge University Press, New York.