

Efectos distributivos interterritoriales de las políticas ambientales: el caso de las propuestas de impuesto europeo sobre la energía y el CO₂

Emilio Padilla Rosa*

Departamento de Economía Aplicada
Universitat Autònoma de Barcelona

Jordi Roca Jusmet

Departamento de Teoría Económica
Universitat de Barcelona

Resumen

En el presente artículo analizamos los potenciales efectos distributivos de las políticas ambientales, centrándonos en el caso de la imposición sobre el dióxido de carbono y las energías no renovables. Se estudian las consecuencias de un impuesto sobre las emisiones de CO₂ aplicado en el ámbito de la Unión Europea analizando los efectos distributivos entre países. Se contemplan tres posibles modelos de impuesto: un modelo puro sobre las emisiones, un modelo mixto energía no renovable-CO₂ y un modelo sobre el CO₂ y la energía nuclear. El ámbito de análisis son los 25 países miembros de la UE y se mide el nivel de progresividad-regresividad de los diferentes modelos incorporando también los efectos de un retorno de los ingresos recaudados proporcionalmente a la población de cada país. El análisis es estático, pero concluye con algunas consideraciones sobre los posibles efectos dinámicos de este tipo de impuesto.

Palabras clave: cambio climático, efectos distributivos, impuesto ambiental, política ambiental.

Clasificación JEL: D30, H23, Q48.

Abstract

In this article we analyse the potential distributive effects of environmental policies, focussing on the case of taxes on carbon dioxide and non-renewable energies. We study the potential consequences of a tax on CO₂ emissions applied at the European Union level, and we analyse the distributive effects across countries. We study three possible models of tax: a pure model of tax on emissions, a mixed model of tax on non-renewable energy and CO₂, and a model of a tax on CO₂ and nuclear power energy. The analysis considers the 25 European Union member countries. We measure the degree of progressivity-regressivity of the different models, and we also take into account the effects of returning the collected income in proportion to each country population. The analysis is basically a static one, but we conclude with some considerations about the possible dynamic effects of this type of tax.

Keywords: climate change, distributive effects, environmental policy, environmental tax

JEL classification: D30, H23, Q48

* Emilio Padilla agradece el soporte financiero de los proyectos BEC2003-01831 del Ministerio de Ciencia y Tecnología y 2001SGR-160 de la Direcció General de Recerca.

1. Los efectos distributivos de las políticas ambientales

Se suele argumentar que el objetivo último de las políticas ambientales es el de conseguir un desarrollo sostenible, lo que a menudo se define como «...el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades» (WCED, 1987, p. 43). En otras palabras, conseguir una mayor equidad entre generaciones. No obstante, las políticas ambientales también pueden tener importantes impactos distributivos intrageneracionales que deben ser considerados en su diseño y en su evaluación (Martínez Alier y Roca Jusmet, 2000). Es más, diferentes instrumentos ambientales pueden afectar de forma diferente a distintos segmentos de la población.

En el presente artículo se analizan algunos de los potenciales efectos distributivos de las políticas ambientales, centrándonos en el caso de la imposición sobre el dióxido de carbono y las energías no renovables. Si bien se centra en el caso más estudiado de impuesto ambiental, buena parte del análisis se podría extrapolar a otros impuestos ambientales, aunque en general los efectos de otros impuestos suelen ser mucho más limitados. Asimismo, parte del análisis podría aplicarse a otros instrumentos económicos que también actúan como incentivos de mercado, modificando los precios relativos de los productos y encareciendo los comportamientos nocivos para el medio ambiente.

Los efectos distributivos de la política ambiental se dan en relación a tres cuestiones: cómo se distribuyen los efectos positivos que supone la menor degradación ambiental, quiénes asumen los sacrificios que supone la ejecución de la política y, en el caso de los impuestos, o de los derechos de emisión que se subastan, qué efectos distributivos tiene el uso que se haga con los ingresos obtenidos con la política (mayor gasto por parte de las administraciones públicas y/o una menor recaudación mediante otros ingresos públicos).

Claramente, el aspecto más difícil de determinar es el de la distribución de los efectos positivos asociados a la menor degradación ambiental que consigue la política. En muchas ocasiones, existe una gran incertidumbre sobre los costes evitados. En el caso de problemas ambientales globales, como el cambio climático o la pérdida de biodiversidad, la incertidumbre es extrema y sus efectos se extienden a múltiples generaciones y múltiples territorios, lo que complica enormemente el análisis distributivo¹.

La mayor parte de los estudios empíricos sobre cuestiones distributivas se han centrado en el estudio de la distribución de los sacrificios que supone la puesta en marcha de la política ambiental. No se pueden hacer afirmaciones genéricas sobre los efectos distributivos que suponen las políticas ambientales ni, en particular, de los impuestos ambientales. Claramente, los efectos dependerán del problema ambiental tratado, del diseño de la política y de si se establecen o no medidas compen-

¹ En el caso del cambio climático, no obstante, la mayoría de estudios señalan que los efectos negativos del cambio climático muy probablemente afectarán más gravemente a la población de los países pobres (PADILLA, 2004). Ello apunta a un aspecto interterritorial «progresivo» –aquí no analizado– de las iniciativas de reducción de gases de efecto invernadero asumidas por los países ricos.

sadoras del impacto distributivo de la política sobre determinados grupos sociales. Por ejemplo, un aumento en las tarifas de un bien básico, como el agua o la energía consumida en los hogares, podría afectar proporcionalmente más a los individuos de menor renta. No obstante, si se establece una tarifa creciente respecto al nivel de consumo, se pueden penalizar y desincentivar los consumos excesivos² y, además, conseguir que paguen proporcionalmente más los más ricos de forma que la tarifa puede resultar progresiva.

La inmensa mayoría de trabajos sobre los impactos distributivos de las políticas ambientales se han centrado en la aplicación de instrumentos económicos en un país, básicamente los impuestos, y sus efectos sobre los diferentes grupos sociales, diferenciados según su nivel de gasto o de renta. La mayor parte de estos trabajos hacen referencia al reparto de la carga fiscal de un impuesto sobre las energías no renovables y/o sobre las emisiones de dióxido de carbono. Al analizar el impacto de este tipo de impuesto, hay que tener en cuenta que afectan a un número considerable de bienes de la economía, además de que la importancia de los ingresos generados hace que deba considerarse el uso de éstos al analizar sus efectos distributivos.

En el apartado 2 se revisan los estudios sobre los efectos distributivos de la imposición sobre la energía y el CO₂. En el apartado 3 se analizan las propuestas europeas sobre fiscalidad en esta materia. En el apartado 4 se analizan las ventajas de un impuesto internacional respecto a tipos nacionales armonizados. En el apartado 5 se realiza una simulación sobre los impactos distributivos de tres propuestas alternativas de impuesto europeo sobre el CO₂. En el apartado 6 concluimos con algunos comentarios sobre las limitaciones de nuestro ejercicio y los posibles efectos distributivos dinámicos del impuesto propuesto.

2. Los efectos distributivos de la imposición sobre las energías no renovables y las emisiones de dióxido de carbono

2.1. Los impactos distributivos intraterritoriales

Se han realizado diversos trabajos intentando evaluar en algunos países el efecto que tendría sobre diversos grupos sociales (por decilas de renta o de gasto) un impuesto sobre la energía o las emisiones de dióxido de carbono. Los estudios iniciales tenían en cuenta únicamente los efectos directos y se basaban en los consumos de energía de las diferentes familias. En general, los resultados indicaban que el porcentaje de gasto destinado a energía de uso doméstico disminuía con la renta, mientras que el porcentaje de gasto para transporte aumentaba. Estos estudios mostraban un efecto regresivo para Estados Unidos (Poterba, 1991), mientras que en Europa los efectos serían significativos y también regresivos en el Reino Unido e Irlanda, pero serían prácticamente neutrales (es decir, afectarían proporcionalmente de forma

² Uno de los muchos ejemplos –que, sin embargo, podría perfeccionarse– de aplicación de esta idea es el canon del agua de Cataluña (véase ROCA, TELLO y PADILLA, en prensa).

similar a los diferentes niveles de renta) en Francia, Alemania, Italia, España y Holanda (Smith, 1992; Pearson, 1995).

No obstante, un análisis más completo requiere considerar cómo se ven afectados los precios de los diferentes bienes y servicios por el encarecimiento de la energía que afectaría a todos los sectores. Para ello, se suelen utilizar informaciones derivadas de las tablas input-output de los diferentes sectores (que deben ser compatibles con la clasificación de las encuestas de gastos familiares). Estos trabajos son más complejos y menos abundantes. Entre ellos puede citarse el de Biesiot y Noorman (1999) para Holanda, en que se concluía que la elasticidad media del uso total de energía respecto al nivel de renta era del 0,8, de forma que los efectos de la imposición energética serían más bien regresivos. Otros estudios van más allá introduciendo supuestos sobre los cambios que un impuesto podría generar en las funciones de demanda de los distintos bienes en los diferentes grupos de renta o gasto. Estos trabajos tienden a confirmar el carácter regresivo del impuesto sobre el carbono para el Reino Unido (Symons *et al.*, 1994) y para Australia (Cornwell y Creedy, 1996). En el caso español, Labandeira y Labeaga (1999) concluyen que el impacto total directo e indirecto del impuesto afectaría más o menos proporcionalmente al consumo de los diferentes grupos de gasto. Para España también cabe destacar el trabajo de Serrano (2005), no orientado directamente a simular los efectos de un impuesto, pero muy relevante para la discusión ya que analiza las emisiones directas e indirectas que comportan diferentes patrones de consumo según niveles de renta, concluyendo que el patrón de consumo sería, por unidad de gasto, algo menos contaminante en términos de CO₂ (y del conjunto de gases invernadero) a medida que aumenta la renta.

Las distintas revisiones existentes en la literatura (Bruce *et al.*, 1996, para la OCDE; Barker y Köhler, 1998, para la UE; OCDE, 1995 y 1997; y Speck, 1999) tienden a concluir que las implicaciones distributivas de los impuestos sobre la energía y el carbono serían, la mayoría de las veces, levemente regresivas. Pero, como la mayoría de los citados trabajos plantean, el efecto final sobre la distribución de la renta depende de qué se haga con los ingresos generados.

El objetivo final de la fiscalidad ambiental, en tanto que instrumento de política ambiental, no es la recaudación, sino incentivar cambios de comportamientos, de forma que éstos sean menos nocivos con el medio ambiente. De hecho, el objetivo de modificar el comportamiento puede ser contradictorio con el de recaudar recursos, ya que un impuesto ecológico que funcione bien tenderá a reducir la base imponible (el daño ambiental gravado), reduciendo la cantidad recaudada. No obstante, la gran magnitud de los ingresos en el caso de los impuestos energéticos y sobre el CO₂ hace necesario analizar el uso que se hace con ellos para determinar los efectos sobre la distribución.

Se pueden dar diferentes destinos, o combinaciones de éstos, a los ingresos. Una primera posibilidad es financiar proyectos ambientales que mejoren la efectividad de la política ambiental. En este caso es difícil de determinar los impactos distributivos intrageneracionales, por lo difícil que resulta determinar quién se apropia de la mejora ambiental.

Una segunda posibilidad es reducir otros ingresos públicos, alternativa que se suele asociar al término «reforma fiscal verde o ecológica» (Gago y Labandeira, 1999). En este caso los efectos dependerán del grado de progresividad de los ingresos disminuidos en relación al nuevo impuesto. Se podrían dar tres vías principales de reforma (Roca Jusmet, 2000): a) Reducir los impuestos directos, lo que tendría efectos muy probablemente regresivos, en la medida en que la progresividad de los sistemas fiscales se basa en la imposición directa. b) Reestructurar los impuestos indirectos, haciendo que tengan más peso los impuestos ambientales y menos otros como el IVA. No está claro el efecto distributivo de este tipo de reforma y sería necesario realizar estudios específicos. No obstante, si asumimos que el IVA es más o menos neutral respecto al gasto, esta vía podría ser regresiva, considerando los estudios anteriores que mostraban una leve regresividad de la imposición sobre la energía. c) Sustituir parte de las cotizaciones sociales por impuestos ambientales³. Ambos, en principio, acabarán afectando a los precios a los consumidores, con distinta intensidad en función de lo intensivas que sean en mano de obra o energía, siendo necesarios estudios específicos para determinar los efectos distributivos. Otra cuestión es que si se reducen las cotizaciones sociales, será necesario evaluar si se garantiza que se mantenga el nivel de pensiones y prestaciones sociales.

Por último, la tercera alternativa consiste en distribuir los ingresos, o una parte de ellos, indirectamente mediante gasto público adicional o directamente mediante transferencias. Un caso de transferencias considerado frecuentemente en la literatura es el de la redistribución «*lump-sum*», mediante una transferencia monetaria igual para todos, en cuyo caso los efectos del uso de los ingresos serían netamente progresivos. Dicha redistribución equivaldría en sus efectos redistributivos a un aumento del gasto público que beneficiase por igual a todas las familias (independientemente de la clase social); si el beneficio absoluto de dicho gasto fuese mayor para los más pobres que para los más ricos, entonces el efecto del gasto sería más progresivo que el de las transferencias iguales para todos.

2.2. *Los impactos distributivos interterritoriales*

Los estudios sobre la distribución del esfuerzo que supone la política ambiental se han centrado, por tanto, en los efectos de la política, típicamente un impuesto, dentro de un país para diferentes grupos sociales. Una excepción, de particular interés para nuestra discusión, es el trabajo Whalley y Wigle (1991), donde se elabora un modelo de equilibrio general para discutir los efectos de un impuesto internacional sobre las emisiones de carbono en 6 diferentes regiones del mundo (Unión Europea, Norte América, Japón, Resto de la OCDE, Exportadores de Petróleo y Resto del mundo). Se valoran los costes del impuesto bajo tres posibles diseños: impuestos armonizados que gravan la producción nacional, impuestos armonizados que

³ Un ejemplo de aplicación es el impuesto sobre los combustibles que introdujo el gobierno alemán en 1998 junto con una ligera rebaja de las cotizaciones sociales.

gravan el consumo nacional e impuestos internacionales recaudados a nivel mundial por algún organismo internacional y cuyos ingresos son distribuidos igualitariamente sobre una base per cápita.

Como era de esperar, los efectos distributivos bajo los tres diseños son muy diferentes. En los dos primeros casos, los países menos ricos se ven afectados de forma muy negativa por el impuesto, aunque la distribución de los costes entre países depende de la naturaleza del impuesto: un impuesto nacional sobre la producción beneficiaría a los exportadores de petróleo, mientras que estos países se verían muy perjudicados en el caso de un impuesto sobre el consumo. En el último caso considerado por la investigación –impuesto internacional con redistribución– los países pobres se ven netamente favorecidos gracias a las enormes transferencias, básicamente desde «los países del Norte» hacia «los países del Sur» (Whalley y Wigle, 1991, tabla 7.6, p. 250 y tabla 7.7, p. 255).

En resumen, de la revisión de la literatura puede concluirse que los impuestos sobre las energías no renovables y las emisiones de CO₂ no tienen por qué tener necesariamente un impacto redistributivo negativo dentro de países o entre países. El impacto redistributivo positivo o negativo del impuesto dependerá del diseño del impuesto y de cómo se utilicen los ingresos del mismo. A continuación, entramos a analizar el caso de la imposición sobre el CO₂ en la Unión Europea y sus potenciales efectos distributivos entre países.

3. Las propuestas comunitarias sobre fiscalidad energética y sobre el CO₂

Desde principios de la década de los 90s se han venido planteando en la Unión Europea distintas propuestas de imposición sobre el dióxido de carbono. La propuesta de directiva (COM (92) 226 final; Comisión Europea) presentada en junio de 1992 planteaba el establecimiento de un impuesto de ámbito nacional de tipo mixto, mediante el que se gravarían las diferentes energías en función de su contenido energético y las emisiones de CO₂ asociadas a su uso. Las energías renovables quedarían en general exentas⁴. El impuesto se diseñó de forma que, en el caso del petróleo, la mitad de la carga fiscal provendría de su contenido energético y la mitad de sus emisiones de CO₂. Se fijaban los tipos para que en 1993 el petróleo soportara una carga equivalente a 3\$ por barril, que aumentaría hasta los 10\$ por barril en 2000, lo que equivalía a un impuesto de unos 22\$ por tonelada de CO₂ (O'Connor, 1997). La propuesta incluía exenciones para los sectores industriales más intensivos en energía. Este tipo de exenciones es bastante común en los impuestos energéticos introducidos en Europa, lo que ha sido justamente denunciado como un factor que reduce mucho su efectividad ambiental (Ekins y Speck, 1999). Además, se condicionaba la aplicación de la directiva a que se pusieran en marcha medidas similares por parte de otros países de la OCDE.

⁴ La energía hidroeléctrica generada en centrales de potencia superior a los 10 megavatios se vería afectada a un tipo reducido.

La firme oposición de algunos gobiernos impidió la aprobación de la directiva. Cuando las decisiones de la Unión Europea en política ambiental afectan a la fiscalidad, se requiere que sean aceptadas por unanimidad, con lo que un único país miembro puede ejercer su poder de veto. Esto plantea serios problemas para lograr avances en esta materia, especialmente en el nuevo contexto con 25 países miembro con muy diversa situación, intereses y preocupación ambiental.

La propuesta de Directiva (COM (95) 172 final; Comisión Europea, 1995) planteada en mayo de 1995 era similar a la anterior, aunque con alguna diferencia destacable que pretendía lograr el consenso. Durante un periodo transitorio los Estados miembros podían fijar los tipos impositivos libremente. Los tipos armonizados previstos para el año 2000 –equivalentes a un impuesto de 10\$ por barril en el caso del petróleo– adquirirían un carácter de «tipos-objetivo» (no obligatorios) hacia los que los Estados tratarían de converger. El rechazo de algunos gobiernos volvió a hacer fracasar la propuesta.

Incluso propuestas mucho más tímidas y parciales, como la de marzo de 1997 (COM (97) final; Comisión Europea, 1997), de aumentar en varias fases los tipos armonizados mínimos sobre algunos productos energéticos, estuvo durante muchos años bloqueada, fundamentalmente por la oposición del gobierno español. Aunque finalmente se desbloqueó, la gran cantidad de excepciones y periodos transitorios dejó la situación casi inalterada, con lo que, en opinión de Márquez Molero (2004), «nos quedamos muy lejos de la propuesta inicial de la Comisión presentada en 1997» y lo que parece traslucirse es «la renuncia de la Unión Europea a utilizar la fiscalidad como instrumento activo de la política medioambiental en el conjunto de la economía» (p. 334). Además de las dificultades políticas, como destacan Baranzini *et al.* (2000) un grave problema adicional a la hora de implementar impuestos coordinados internacionalmente es el hecho de que, además de estos tributos, hay otros impuestos que afectan a los productos energéticos y el impuesto implícito sobre el carbono varía mucho entre los diferentes productos energéticos y los distintos países de la Unión Europea.

Mientras que su aplicación a nivel europeo está bloqueada, algunos países de la UE sí decidieron aplicar impuestos sobre el carbono ya a principios de los 1990s (Dinamarca, Holanda, Noruega y Suecia) mientras que otros lo hicieron posteriormente. En general, los impuestos contemplan muchas excepciones y en algunos casos se produjo pronto una cierta marcha atrás como en el caso de Suecia donde, argumentando los problemas de competitividad internacional, la carga para las empresas se redujo muchísimo al poco de ser aprobada.

Tanto la propuesta de 1992 como la de 1995, consistían en la armonización de los niveles mínimos de fiscalidad y no en un impuesto recaudado a nivel del conjunto de la Unión Europea como ingreso propio. Esta última posibilidad ha estado prácticamente fuera del debate; la única referencia que hemos encontrado en publicaciones oficiales es en un informe encargado por la Comisión Europea, publicado en 1993, sobre fuentes de financiación de la Unión Europea. En éste se dedica un apartado a posibles nuevos recursos propios donde aparece la posibilidad de un impuesto sobre el dióxido de carbono que, además, se considera entre otras alternativas como la que

cumple más criterios favorables (Comisión Europea, 1993, tabla 31, p. 85); según dicho informe «también existe un claro argumento económico para asignar los ingresos obtenidos al nivel de gobierno supranacional» (p. 91). Posteriormente, el debate sobre la creación de algún(os) impuesto(s) propio(s) de la Unión europea ha aparecido muy puntualmente y en algún caso se ha apuntado la posibilidad de que un impuesto sobre la energía podía ser un candidato. A pesar del interés de la propuesta —que en el siguiente apartado justificamos más— debemos señalar dos hechos que actualmente complican aún más la viabilidad política de la propuesta: la creación reciente de otro instrumento económico para el control de las emisiones de CO₂ (el mercado de derechos que no es incompatible con el impuesto, pero puede aumentar las presiones de las industrias para bloquearlo) y la ampliación a los 25, especialmente en un contexto en que se requeriría la unanimidad en materia fiscal.

4. Las ventajas de un impuesto internacional respecto a impuestos nacionales armonizados

La teoría económica mantiene que un impuesto único sobre un problema global, como es el cambio climático, es más eficiente que impuestos diferenciados. Un impuesto único tiende a igualar los costes marginales de reducción de las emisiones, es decir, el esfuerzo medido en unidades monetarias que implica la reducción de emisiones, consiguiendo una determinada reducción de emisiones a un menor coste total. Diversos estudios empíricos parecen mostrar que, en efecto, un instrumento económico único para distintos países lleva a una reducción a menor coste que aplicar el instrumento por separado. Entre ellos, Conrad y Schmidt (1998) y Barker (1999) estiman que el tipo impositivo necesario para reducir las emisiones comunitarias a un determinado nivel es inferior en el caso de un impuesto coordinado que en el caso de la aplicación de impuestos no coordinados.

Pero existen dos alternativas diferentes de implantación de tipos impositivos únicos: los impuestos nacionales armonizados y el impuesto internacional. A pesar de las virtudes que pudiera tener un impuesto único a nivel mundial, éste es bastante impensable de momento. En cambio, sí es concebible que la Unión Europea decidiera implantar un impuesto supranacional de este tipo como un ingreso propio. Las propuestas concretas que se han planteado consisten en impuestos armonizados que pasarían a formar parte de los ingresos de cada país. No obstante, un impuesto recaudado a nivel de toda la Unión Europea tendría una serie de ventajas. En primer lugar, comportaría mayores incentivos para las políticas ambientales ya que la reducción de emisiones supondría un ahorro en la contribución neta que cada país realiza a los presupuestos de la Unión Europea. Con un impuesto armonizado, a un país puede no interesarle hacer el esfuerzo de disminuir emisiones y puede disminuir otros impuestos o gravar bienes sustitutos (energías renovables) y así mantener su estructura productiva y de consumo inalterada (Hoel, 1992), de forma que se generarían más ineficiencias y para conseguir la misma reducción global sería necesaria una tasa más alta que con el impuesto internacional. En segundo lugar, un im-

puesto internacional evita el desincentivo a la política ambiental a nivel nacional que supone el hecho de que la reducción de los impactos ambientales reduciría la base imponible y los ingresos fiscales⁵. Adicionalmente, se ha de considerar que el impuesto constituiría una fuente propia de ingresos fiscales de la UE, lo que para algunos puede considerarse positivo si se piensa que la unión económica debería ir acompañada de un mayor gasto presupuestario. Nuestro posterior análisis muestra que un impuesto sobre el CO₂ podría conllevar –al menos a corto plazo– ingresos significativamente superiores al nivel actual de gasto comunitario, aunque, por supuesto, cuanto más efectivo fuese el impuesto menor sería la recaudación.

Una cuestión de mayor interés para este trabajo es la de las implicaciones distributivas entre diferentes países de un impuesto armonizado o supranacional. Es posible, como de hecho resulta de nuestro trabajo, que un impuesto internacional tuviera efectos algo regresivos entre países. No obstante, los propios ingresos volverían de una forma u otra a los ciudadanos de la Unión Europea, de manera que lo que es una posible desventaja desde el punto de vista distributivo podría convertirse en una ventaja ya que, por la vía del gasto público o por la vía de las transferencias directas, los efectos distributivos podrían ser netamente positivos, mientras que un impuesto armonizado no tendría efectos redistributivos directos entre países⁶. Recordemos, sin embargo, que los efectos redistributivos “progresivos” pueden ser una característica deseable de la imposición ecológica a tener en cuenta en su diseño, pero la redistribución no es su objetivo principal: es deseable que dos países con el mismo nivel de renta per cápita paguen más o menos en función del nivel de esfuerzo en reducir emisiones que hayan realizado.

5. Análisis de los efectos distributivos entre países de diferentes modelos de imposición comunitaria sobre el CO₂ y las energías no renovables

5.1. Objetivos y antecedentes

El objetivo del presente apartado es indagar sobre los posibles efectos en la distribución de la renta entre los 25 países que actualmente forman la Unión Europea de la implantación de un impuesto sobre las emisiones de carbono recaudado a nivel comunitario.

La única referencia sobre esta cuestión previa a nuestros trabajos es un informe anteriormente citado sobre posibles nuevas fuentes de ingresos propios de la Unión Europea (Comisión Europea, 1993). Este informe simula los ingresos que un impuesto de este tipo recaudaría en cada uno de los entonces 12 países miembros, suponiendo que el impuesto equivaliese a unos 10\$ por barril de petróleo (el nivel que la propuesta de directiva de 1992 planteaba para el año 2000). El informe utiliza

⁵ El problema podría ahora darse en el ámbito de la UE, pero parece más improbable que sea significativo en ese nivel.

⁶ Aunque, desde luego, nos puede preocupar si afectará macroeconómicamente más negativamente a los países más ricos o a los menos ricos (véase COMISIÓN EUROPEA, 1993).

datos de emisiones y PIB de 1989, pero no detalla si la estructura del impuesto es igual o no a la propuesta de directiva, o si se contemplan o no exenciones. La recaudación potencial se estima –en el supuesto «estático» de que las emisiones no varíasen– en un 1,14 por 100 del PIB de la Unión Europea, con unos valores que oscilarían entre el 2,45 por 100 para Grecia y el 0,79 por 100 para Francia. El informe concluye que «la tasa sobre el dióxido de carbono parece ligeramente regresiva, aunque la cuestión no es en absoluto simple, ya que la intensidad de CO₂ de una economía es el resultado de una multitud *de factores*» (p. 91).

En Padilla y Roca (2003, 2004) analizamos la misma cuestión en mayor detalle, investigando los efectos distributivos entre los entonces 15 estados miembros de tres modelos de impuesto. Utilizando los datos de 1999, el estudio concluía que la aplicación de estos impuestos sería ligeramente regresiva, si bien los efectos regresivos serían mucho más que compensados si los ingresos se retornaran a los países en función de su población.

En el presente artículo empleamos la misma metodología y analizamos la misma cuestión con datos actualizados de 2001 y ampliando el análisis al nuevo contexto de 25 países miembros, en el que existe una mayor diversidad en la intensidad energética, la estructura energética y la renta per cápita de los diferentes países miembros.

5.2. Metodología y datos empleados en los cálculos

El primer modelo de impuesto considerado es un impuesto puro sobre el CO₂ que consiste en gravar con el mismo tipo impositivo las toneladas de CO₂ emitidas por las diferentes fuentes de energía. Esto supone gravar únicamente las energías fósiles y hacerlo con tipos diferentes por unidad de energía⁷. En concreto, hemos considerado un tipo impositivo de 50 euros por tonelada de CO₂, lo que supondría una fiscalidad mucho más elevada que la contemplada en las propuestas de directivas europeas analizadas en el primer apartado. En cualquier caso, lo que nos interesa discutir es el carácter regresivo o progresivo de cada modalidad de aplicación del impuesto y ello dependerá de la estructura del impuesto y no del nivel del tipo impositivo, aunque obviamente la capacidad redistributiva del impuesto sí dependerá crucialmente de éste. Cabe señalar que los ingresos generados por el impuesto podrían significar –al menos en el corto plazo– mayores ingresos que el nivel actual de gasto presupuestario de la Unión Europea.

Bajo este diseño, los ingresos provenientes de cada país (T_i) se computan multiplicando las emisiones de dióxido de carbono de cada país (CO_{2*i*}) por el tipo impositivo (t):

$$T_i = tCO_{2i}$$

de manera que $T = \sum_i T_i$ es el ingreso total generado por el impuesto.

⁷ El impuesto no considera las emisiones derivadas de procesos diferentes a la combustión, ni tampoco las de los biocombustibles.

Para éste y los posteriores cálculos se han utilizado los datos de la Agencia Internacional de la Energía (2003, 2004a, 2004b).

El segundo modelo considerado, el impuesto mixto energía-CO₂ está diseñado para que su recaudación (suponiendo que no varían los consumos de los diferentes tipos de energía) sea exactamente igual a la del impuesto puro sobre el CO₂ de 50 euros por tonelada de dióxido de carbono. Es un modelo muy similar al de las propuestas de directivas europeas de 1992 y 1995, aunque con varias diferencias. Una es la de los tipos impositivos considerados y otra que no consideramos exenciones para determinados sectores industriales. Además, en dichas propuestas se introducía un impuesto mixto que, en el caso del petróleo, llevaba a una carga fiscal del 50 por 100 por su contenido energético y del 50 por 100 por sus emisiones de CO₂; en este artículo, en cambio, se han hecho los cálculos suponiendo que, teniendo en cuenta la estructura energética de la Unión Europea en 2001, el 50 por 100 de la recaudación fiscal provendría de las emisiones de CO₂ y el otro 50 por 100 del contenido energético (no renovable). En comparación con el modelo de impuesto puro sobre el CO₂, supone no sólo pasar a gravar la energía nuclear, sino también cambiar la estructura del impuesto reduciendo la diferencia relativa entre las cargas fiscales que gravan el carbón, el petróleo y el gas natural.

Bajo este segundo modelo, el ingreso impositivo proveniente de cada país (T_i) se calcula multiplicando las emisiones de CO₂ del país (CO_{2*i*}) por el tipo impositivo sobre las emisiones (t_1) y el consumo de energías no renovables del país (E_i) por el tipo impositivo sobre la energía (t_2):

$$T_i = t_1 \text{CO}_{2i} + t_2 E_i$$

Estos tipos impositivos se calculan de forma que la mitad de los ingresos provengan del contenido en CO₂ y la otra mitad del contenido energético:

$$\sum_i t_1 \text{CO}_{2i} = \sum_i t_2 E_i = 0,5 * T$$

La condición impuesta de unos ingresos fiscales equivalentes a los del impuesto puro sobre el CO₂, lleva a un impuesto de 25 euros por tonelada de CO₂ más 60,40 euros por tonelada de equivalente petróleo (para las energías fósiles y la energía nuclear; consideramos exentas todas las energías renovables, incluyendo toda la procedente de centrales hidroeléctricas).

En el tercer diseño, los combustibles fósiles se gravan de forma proporcional a su contenido en carbono, pero también se grava considerablemente la energía nuclear. El tipo impositivo sobre la electricidad generada en centrales nucleares se establece de forma que, como mínimo, soporte una carga equivalente a la que correspondería a la producción de la misma electricidad por medio de la fuente energética fósil más gravada, es decir, el carbón de forma que tener menos electricidad procedente de centrales térmicas gracias a la energía nuclear no supusiese en ningún caso un ahorro fiscal. En concreto hemos partido de las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía (2000, tabla II.93) de las emisiones generadas al obtener electricidad del car-

bón. Estas estimaciones son muy diferentes para los distintos países y en el caso de la Unión Europea oscilan entre 541 gramos de CO₂/kw-h para Dinamarca y 1.045 para Francia e Italia (los datos se refieren a 1998). Hemos considerado este último valor (que equivale a 4,31 toneladas de CO₂/TEP de energía nuclear).

Bajo este tercer diseño, los ingresos fiscales provenientes de cada país (T_i) se calculan multiplicando las emisiones de CO₂ del país (CO_{2i}) por el tipo impositivo sobre las emisiones (t_1) y la energía nuclear del país (N_i) por el tipo impositivo sobre energía nuclear (t_2):

$$T_i = t_1 CO_{2i} + t_2 N_i$$

donde

$$t_2 = t_1 * 4,31 \quad \text{y} \quad \sum_i T_i = T$$

como en el primer (y el segundo) diseño.

Teniendo en cuenta que los ingresos fiscales son los mismos que en el primer modelo, el impuesto que penaliza la energía nuclear implica una menor carga sobre las emisiones de CO₂ que el primer modelo (el tipo impositivo sobre el CO₂ ahora es de 38,94 euros por tonelada)⁸.

El supuesto «estático» que hacemos en nuestro análisis es que las emisiones de CO₂ y las estructuras energéticas de cada país no se ven alteradas por el impuesto. No obstante, los resultados cualitativos serían también representativos de una situación en que las emisiones y consumos de todos los países variasen más o menos en la misma proporción. También consideramos implícitamente que el «coste» recae sobre los ciudadanos del país en que se recaudan los ingresos, lo que puede considerarse una primera aproximación, aunque obviamente la realidad es que los impuestos que se trasladan a los precios afectan en general a todos los demandantes de los diferentes bienes y servicios que pueden situarse en otros países. Esto es particularmente relevante en economías muy interrelacionadas, pero tomar este factor en consideración requeriría utilizar modelos mucho más complejos.

5.3. La distribución de la carga fiscal entre diferentes países

En primer lugar analizamos el efecto distributivo de las distintas alternativas de impuesto energético considerando su efecto desde el punto de vista de los distintos países. Trataremos cada país como un elemento (independientemente de su peso demográfico), ya que no nos importa lo que pasa internamente sino tener una idea sobre lo que ocurre en la distribución entre los diferentes países. En los posteriores análisis cuantitativos de la progresividad y capacidad redistributiva de los distintos modelos sí es necesario ponderar en función del diferente peso demográfico.

⁸ En ninguno de los supuestos se consideran las emisiones procedentes de la navegación y aviación internacionales, ya que sería particularmente difícil distribuir los efectos del gravamen sobre dichas emisiones. Aunque consideramos que deberían gravarse y coincidimos con SCHEER (2000) en que la actual exención fiscal a dichos carburantes en la Unión Europea y muchos otros países representa un subsidio injustificable a los desplazamientos a larga distancia.

La Tabla 1 y la Figura 1 muestran el esfuerzo en términos de presión fiscal añadida (como porcentaje del PIB) que representaría cada uno de los impuestos considerados para los distintos países miembros, que hemos ordenado según su PIB per cápita⁹. Aunque después analizaremos los indicadores cuantitativos al respecto, la forma del gráfico apunta ya a claros efectos regresivos en los tres diseños de impuesto. El impuesto representa –en todas o algunas de sus versiones– una proporción del PIB superior al 5 por 100 en 6 países del este de Europa, muy por encima de lo que representa en los 15 países que formaban parte de la UE con anterioridad a la ampliación, y en algún caso se aproxima o incluso supera el 10 por 100.

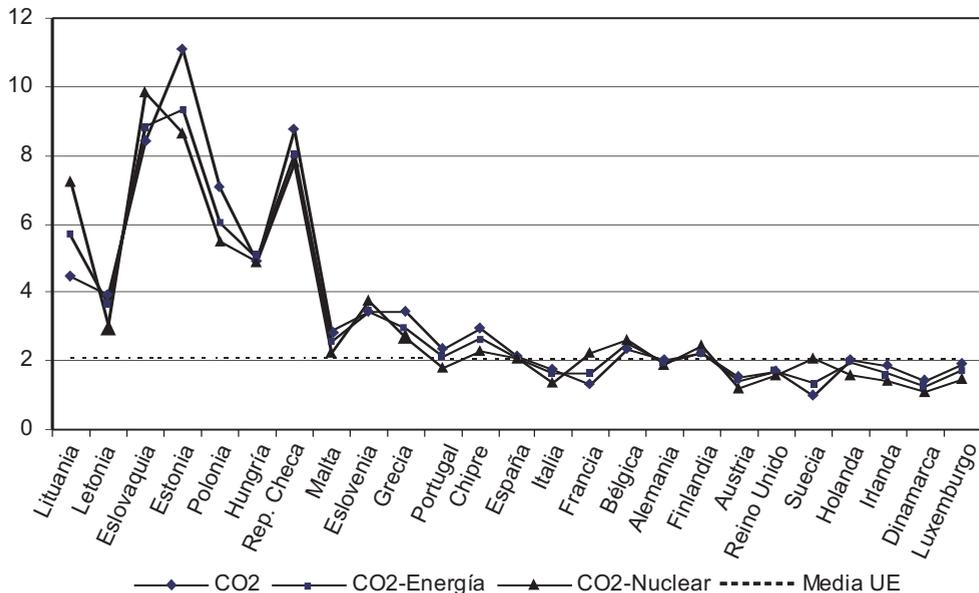
TABLA 1
PRESIÓN FISCAL AÑADIDA QUE REPRESENTARÍAN LOS DIFERENTES
MODELOS DE IMPUESTO

	PIB per cápita	Ingreso fiscal como porcentaje del PIB		
		CO ₂	CO ₂ -Energía	CO ₂ -Nuclear
Lituania	3.881	4,46	5,65	7,22
Letonia	3.910	3,91	3,66	3,05
Eslovaquia	4.335	8,44	8,86	9,82
Estonia	4.909	11,05	9,32	8,61
Polonia	5.360	7,06	6,03	5,50
Hungría	5.679	4,87	5,00	4,86
República Checa	6.624	8,73	8,03	7,75
Malta	9.207	2,88	2,55	2,24
Eslovenia	10.977	3,45	3,42	3,74
Grecia	11.981	3,43	2,93	2,67
Portugal	12.701	2,31	2,13	1,80
Chipre	13.946	2,92	2,64	2,27
España	16.882	2,10	2,08	2,05
Italia	21.035	1,75	1,64	1,36
Francia	24.580	1,29	1,65	2,23
Bélgica	24.723	2,35	2,51	2,63
Alemania	25.664	2,01	1,96	1,92
Finlandia	26.295	2,21	2,20	2,45
Austria	26.553	1,54	1,43	1,20
Reino Unido	27.264	1,69	1,68	1,56
Suecia	27.548	0,98	1,37	2,05
Holanda	27.913	1,98	1,95	1,58
Irlanda	30.419	1,84	1,65	1,43
Dinamarca	33.438	1,41	1,27	1,10
Luxemburgo	50.045	1,91	1,76	1,49
UE 25	20.715	2,01	2,01	2,01

FUENTE: Elaboración propia a partir de AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2003, 2004a, 2004b) y DSI DATA SERVICE (2005) (Véase metodología en el texto).

⁹ Los datos de población se han tomado de AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2003) mientras que los del Producto Interior Bruto se han tomado de *International Statistical Yearbook* (2005), publicado por DSI DATA SERVICE (2005), que utiliza como fuente la información de Eurostat.

FIGURA 1
PRESIÓN FISCAL AÑADIDA QUE REPRESENTARÍAN LOS DIFERENTES
MODELOS DE IMPUESTO



Empezando por el primer diseño, el del impuesto puro sobre el CO₂, vemos que la proporción que la carga del impuesto representa respecto al PIB varía significativamente entre países. Esto es lógico puesto que la carga fiscal relativa depende directamente de la «intensidad de emisión de dióxido de carbono», que es muy diferente en los distintos países y que a su vez depende de dos factores, el que podemos llamar «índice de carbonización» y la «intensidad energética»: $CO_2/PIB = (CO_2/E) \cdot (E/PIB)$, donde E representa el uso de energía primaria.

Existe una cierta polémica sobre el papel relativo de ambos factores en las diferencias de la intensidad de emisión entre países (véase, por ejemplo, Ang, 1999; y Roca y Alcántara, 2000). En nuestro caso, vemos que la dispersión de la intensidad energética respecto a la media es muy superior, de forma que tendría un peso mucho mayor en la explicación de las diferencias (véase Tabla 2)¹⁰. Las diferencias en el primer factor son las más fáciles de explicar, ya que dependen únicamente de la estructura de las fuentes de energía primaria. Podemos destacar los valores muy pequeños de Suecia, Francia y Lituania, que se explican fundamentalmente por el elevado papel de la energía nuclear dentro de la oferta energética y en el caso de Suecia también por el papel de las energías renovables; en el extremo opuesto, Polonia, Grecia, Estonia, Malta, Irlanda y Chipre tienen unos valores elevados debido al im-

¹⁰ En cambio si nos limitamos a los 15 países de la UE antes de la ampliación, con intensidades energéticas menos diferentes, los dos factores tienen un peso muy similar. Véase PADILLA y ROCA (2003, 2004). Con los datos actualizados los resultados para los 15 son muy similares.

portante papel del carbón y/o del crudo (véase Tabla 3). Las diferencias en la intensidad energética son más difíciles de explicar porque dependen de multitud de factores (estructura productiva, modelos de transporte, factores climáticos y eficiencia energética, entre otros). En cualquier caso destacan las abultadas diferencias entre países como Eslovaquia y Estonia, y en general los nuevos países miembros, que cuaduplican la media europea y otros como Dinamarca que apenas llega al 60 por 100 de ésta, de forma que el rango de variación de la intensidad energética es de 1 a 7,4 (comparando Dinamarca y Eslovaquia).

TABLA 2
INTENSIDAD EN LA EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO

Números índice	Intensidad carbono	Carbonización	Intensidad energética
Lituania	222,28	66,29	335,30
Letonia	195,09	74,61	261,47
Eslovaquia	420,90	94,31	446,31
Estonia	551,24	139,13	396,19
Polonia	352,13	143,91	244,69
Hungría	242,72	98,03	247,59
República Checa	435,52	127,02	342,86
Malta	143,52	138,15	103,89
Eslovenia	171,89	98,12	175,18
Grecia	171,17	142,45	120,16
Portugal	115,23	104,95	109,80
Chipre	145,38	128,66	113,00
España	104,74	100,82	103,89
Italia	87,02	110,96	78,42
Francia	64,09	64,91	98,74
Bélgica	117,33	91,22	128,63
Alemania	100,31	108,33	92,60
Finlandia	110,04	79,32	138,73
Austria	76,95	96,99	79,34
Reino Unido	84,13	105,54	79,72
Suecia	48,86	42,01	116,31
Holanda	98,83	105,85	93,37
Irlanda	91,78	131,94	69,56
Dinamarca	70,18	115,98	60,51
Luxemburgo	95,23	106,77	89,19
Unión Europea-25	100,00	100,00	100,00
Desviación estándar	128,96	25,50	109,19

NOTA: Desviación estándar calculada sin ponderar por población.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2003).

TABLA 3
PORCENTAJE DE LAS DISTINTAS FUENTES ENERGÉTICAS EN EL TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA

	Carbón	Petróleo y derivados	Gas natural	Nuclear	Renovables
Lituania	1,1	30,0	27,0	37,5	4,4
Letonia	2,3	29,4	29,5	0,0	38,7
Eslovaquia	24,0	15,5	33,4	24,4	2,7
Estonia	58,3	16,2	15,1	0,0	10,3
Polonia	61,9	22,2	11,5	0,0	4,4
Hungría	14,8	25,9	41,9	14,4	3,0
República Checa	50,9	20,3	19,4	9,3	0,1
Malta	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
Eslovenia	21,1	37,1	12,5	20,2	9,2
Grecia	32,4	56,2	5,9	0,0	5,5
Portugal	12,6	62,4	8,9	0,0	16,2
Chipre	1,4	96,8	0,0	0,0	1,8
España	15,0	52,5	12,8	13,0	6,7
Italia	7,7	50,5	33,7	0,0	8,1
Francia	4,8	35,2	14,1	41,2	4,7
Bélgica	13,1	41,1	22,3	20,5	3,0
Alemania	24,5	38,1	21,4	12,6	3,5
Finlandia	18,2	27,8	10,9	17,5	25,5
Austria	12,6	42,7	22,4	0,0	22,2
Reino Unido	16,7	34,8	37,0	10,0	1,5
Suecia	5,4	27,9	1,5	36,7	28,5
Holanda	10,8	38,2	46,0	1,3	3,7
Irlanda	17,4	57,4	23,7	0,0	1,6
Dinamarca	21,1	44,2	23,1	0,0	11,6
Luxemburgo	2,9	64,8	18,1	0,0	14,2
Unión Europea-25	18,1	38,5	22,8	14,6	6,0

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2004a, 2004b).

En definitiva, la presión fiscal relativa del impuesto sobre el CO₂ depende directamente de la intensidad de carbono relativa, que provoca que el efecto del impuesto sea regresivo, lo que se explicaría fundamentalmente por implicar un aumento de la presión fiscal superior a la media para los 13 países con menor renta per cápita de la Unión. Dos países ricos especialmente bien tratados por esta primera opción son Francia y Suecia.

En los dos otros diseños del impuesto, los 13 países con menor PIB per cápita tienen también un aumento de la presión fiscal mayor que la media de la Unión Europea, con la excepción de Portugal, que resulta mejor parado que la media con el impuesto sobre CO₂ y energía nuclear. En cualquier caso, resulta difícil afirmar a simple vista cual de los tres modelos resulta más regresivo.

En general, si comparamos el diseño CO₂-energía con el primer modelo comentado, un cambio importante es que ahora sí se grava la energía nuclear, pero también se da un cambio adicional: los países con mayor uso del carbón se verían algo beneficiados, mientras que el uso del gas natural no sería tan favorecido, en comparación a las otras energías fósiles, como en el primer modelo.

Por último, el impuesto CO₂-nuclear, tal como lo hemos definido, se diferencia respecto a la estructura del impuesto sobre el CO₂ únicamente en que ahora sí se grava –y de forma muy importante– a la energía generada por las centrales nucleares. El resultado es que Francia y Suecia, los países más favorecidos por el primer impuesto, pasan a tener un aumento de la presión fiscal ligeramente superior al de la media de la Unión Europea. El peor resultado con este modelo sería para los países con menor renta e importante proporción de energía nuclear, como es el caso de Lituania o Eslovaquia.

Para analizar de forma cuantitativa el carácter progresivo o regresivo de los diferentes modelos de impuesto propuestos estimaremos, en primer lugar, el índice de Kakwani para cada caso. Nos interesa medir únicamente los efectos sobre la distribución de la renta per cápita *entre* los distintos países, de forma que trataremos la población de cada país como si la distribución interna fuese completamente igualitaria (como suele hacerse en los análisis sobre desigualdad a nivel regional). Este índice indica si la distribución de lo que se paga por impuesto (reflejada mediante la curva de concentración del impuesto ordenando los países, no según la variable impuesto per cápita, sino según la variable ingreso per cápita) es más o menos desigual que la distribución del ingreso (reflejada mediante la curva de Lorenz). Si la distribución del impuesto se concentra más en los tramos de renta más ricos, el impuesto es progresivo. El índice se computa como la diferencia entre el «pseudo-Gini» o índice de concentración del impuesto menos el índice de Gini antes de impuestos. Los valores extremos entre los que teóricamente puede oscilar son -2 y 1. Los valores positivos indican progresividad y los negativos regresividad. Dado el supuesto mencionado de igualdad de la renta dentro de cada país, es de esperar valores pequeños del índice, pero lo que nos interesa es su signo y la comparación de valores entre diferentes diseños del impuesto. A diferencia del análisis anterior en el que cada país era una observación que quedaba igualmente representada en la tabla y en el gráfico de presión fiscal añadida, ahora el indicador de desigualdad se verá más afectado por lo que pase en un país de mayor población que por lo que pase en un país de menor población. La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos.

TABLA 4
ÍNDICE DE KAKWANI PARA LOS
DISTINTOS DISEÑOS DEL IMPUESTO

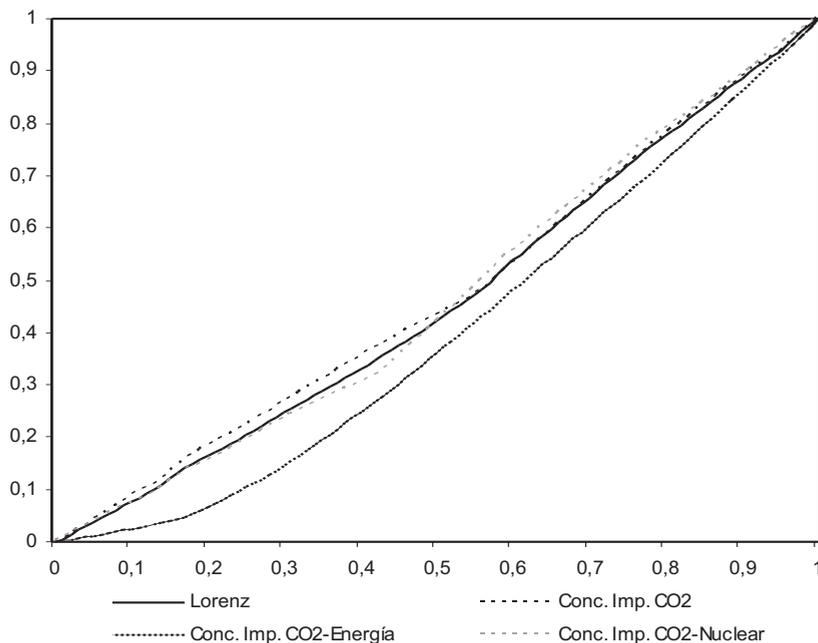
	Índice de Kakwani
Impuesto CO ₂	-0,129936
Impuesto CO ₂ -energía	-0,116013
Impuesto CO ₂ -nuclear	-0,117170

Los signos negativos de los resultados confirman que los ingresos de los impuestos tendrían efectos regresivos. De hecho, resultan claramente más regresivos que cuando se realizan los cálculos considerando la aplicación únicamente a los 15 países de la UE antes de la ampliación (véase Padilla y Roca, 2003, para los cálculos para 1999)¹¹. Se puede observar como el primer diseño, que es el que grava en función de las emisiones sería el que tendría una incidencia más regresiva. El tercer modelo, que corresponde a una mayor penalización de la energía nuclear y en nuestra opinión mucho más apropiada desde el punto de vista ambiental, tendría un índice muy similar al modelo mixto energía-CO₂.

El índice de Kakwani se obtiene a partir del comportamiento de las curvas de concentración del impuesto en comparación a la curva de Lorenz de la distribución de la renta. El análisis gráfico (Figura 2) nos permite observar que, sobretudo en el primer caso, la regresividad del impuesto se explica en su mayor parte por el gravamen que resulta para la proporción de población que se sitúa en los países menos ricos de la Unión Europea. Los otros dos modelos tenderían a una distribución de la carga fiscal algo más similar a la distribución de la renta comunitaria, si bien destaca que el impuesto que grava la energía nuclear sería el menos regresivo entre los países de menor renta, pero sería algo más regresivo entre los países de mayor renta.

FIGURA 2

CURVA DE LORENZ Y CURVAS DE CONCENTRACIÓN FISCAL DE LOS DISTINTOS IMPUESTOS



¹¹ Además de los cálculos para la Unión Europa-25 se han rehecho todos los cálculos con los datos de 2001 suponiendo la aplicación de impuesto únicamente en los 15 países miembros anteriores a la ampliación. Estos cálculos no se han incluido en el texto, no obstante, pueden solicitarse a los autores.

Otra forma de ver la incidencia distributiva de un impuesto es mediante la comparación entre el índice de desigualdad de Gini antes y después de la aplicación del impuesto. La diferencia entre estos dos índices es lo que se llama índice de Reynolds-Smolensky (reformulado)¹², que mide la capacidad redistributiva del impuesto y cuyos valores están acotados entre 1 y -1. Los valores positivos indican una disminución de la desigualdad (progresividad) mientras que los negativos indican un aumento de la desigualdad (regresividad). Cabe señalar que el valor del índice depende no sólo de la estructura del impuesto sino también de la presión fiscal media. Por ejemplo, un impuesto sobre el CO₂ de 50 euros tendrá más capacidad redistributiva que otro diseñado de forma idéntica pero que establezca un tipo de 30 euros, pero el carácter de la redistribución, regresiva o progresiva (que es lo que aquí nos interesa), será el mismo. Los resultados obtenidos son los que aparecen en la Tabla 5.

TABLA 5
CAPACIDAD REDISTRIBUTIVA DE LOS DISTINTOS DISEÑOS DE IMPUESTO

	Índice de Gini	Índice de Reynolds-Smolensky
Situación Inicial	0,198767	
Después de impuesto CO ₂	0,201462	-0,002696
Después de impuesto CO ₂ -energía	0,201162	-0,002396
Después de impuesto CO ₂ -nuclear	0,201164	-0,002398

Los signos muestran que los tres impuestos tienen una capacidad redistributiva negativa, siendo ésta mayor en el modelo puro sobre el CO₂, mientras que es prácticamente idéntica en los otros dos casos¹³.

5.4. Los efectos con distribución de los ingresos mediante transferencias lump-sum

A continuación analizamos los efectos distributivos de las distintas alternativas de impuesto suponiendo que los ingresos obtenidos revierten a los países vía transferencias *lump-sum* de forma directamente proporcional a la población de cada país miembro. Este supuesto implica que, de hecho, más que un impuesto, se trata de lo que se conoce como sistema de bonificación-penalización: no se generan ingresos fiscales, aunque unos países pagan dinero mientras otros lo reciben dependiendo el signo de la transferencia de que las emisiones per cápita (en el caso del impuesto

¹² La formulación original del índice de REYNOLDS-SMOLENSKY (1977) consistía en la diferencia entre el índice de desigualdad de Gini antes del impuesto y el índice de concentración de la renta después del impuesto. No obstante, éste no medía apropiadamente el efecto redistributivo en caso de reordenación de las unidades de ingreso (LAMBERT, 1993).

¹³ Nótese que los índices de Gini calculados en la Tabla muestran únicamente la desigualdad entre países y no la desigualdad total de la Unión Europea (teniendo en cuenta la desigualdad interna de los países), que daría lugar a valores muy superiores.

«puro») sean superiores o inferiores a la media de la Unión Europea. Aunque no hay ingresos fiscales, contaminar tiene un coste equivalente al tipo impositivo fijado, puesto que por cada unidad de contaminación se paga dinero, o se deja de recibir (coste de oportunidad)¹⁴.

También cabe advertir, como ya señalábamos en un punto anterior, que la redistribución *lump-sum* podría considerarse equivalente en sus efectos redistributivos *entre países* a un hipotético gasto público adicional que en promedio beneficiase exactamente por igual a los ciudadanos de los diversos países de la Unión Europea.

En la Tabla 6 podemos observar el esfuerzo en términos de presión fiscal añadida (positiva o negativa) que representarían los impuestos considerados.

TABLA 6
PRESIÓN FISCAL QUE REPRESENTA CADA IMPUESTO DESPUÉS
DE TRANSFERENCIAS LUMP-SUM

	PIB per cápita	Porcentaje respecto al PIB		
		CO ₂	CO ₂ -Energía	CO ₂ -Nuclear
Lituania	3.881	-6,25	-5,05	-3,49
Letonia	3.910	-6,71	-6,96	-7,58
Eslovaquia	4.335	-1,14	-0,72	0,23
Estonia	4.909	2,59	0,86	0,15
Polonia	5.360	-0,69	-1,72	-2,25
Hungría	5.679	-2,45	-2,32	-2,45
República Checa	6.624	2,46	1,76	1,48
Malta	9.207	-1,63	-1,96	-2,27
Eslovenia	10.977	-0,34	-0,36	-0,05
Grecia	11.981	-0,03	-0,54	-0,79
Portugal	12.701	-0,96	-1,14	-1,47
Chipre	13.946	-0,06	-0,34	-0,71
España	16.882	-0,36	-0,38	-0,41
Italia	21.035	-0,23	-0,33	-0,62
Francia	24.580	-0,40	-0,04	0,54
Bélgica	24.723	0,67	0,83	0,95
Alemania	25.664	0,39	0,34	0,30
Finlandia	26.295	0,63	0,62	0,87
Austria	26.553	-0,02	-0,14	-0,36
Reino Unido	27.264	0,16	0,16	0,04
Suecia	27.548	-0,53	-0,13	0,54
Holanda	27.913	0,49	0,46	0,09
Irlanda	30.419	0,47	0,29	0,07
Dinamarca	33.438	0,17	0,03	-0,15
Luxemburgo	50.045	1,08	0,93	0,66
Unión Europea-25	20.715	0	0	0

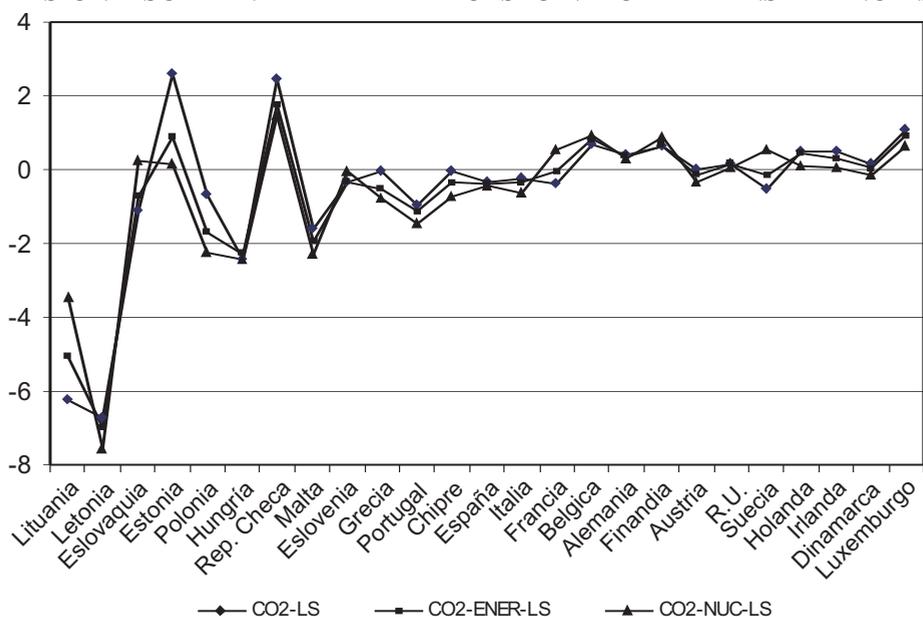
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2003, 2004a, 2004b) y DSI DATA SERVICE (2005) (véase metodología en el texto).

¹⁴ Un interesante ejemplo de este tipo de «carga» que está funcionando en la práctica es el que afecta a los principales focos de emisión de óxidos de nitrógeno en Suecia: véase STERNER y ISAKSSON (en prensa).

El efecto de las distintas alternativas de impuestos considerados es ahora claramente diferente. En cualquiera de las alternativas, la mayoría de países con una renta per cápita inferior a la media europea reciben una transferencia neta positiva. Hay, sin embargo, dos importantes excepciones: Estonia y la República Checa saldrían perjudicadas en los tres modelos considerados y especialmente en el primero (Eslovaquia también saldría ligeramente perjudicada con el tercer modelo de impuesto). Por tanto, desde el punto de vista de la distribución entre los países, las transferencias *lump-sum* corregirían sobradamente el moderado impacto regresivo que pudiera tener el impuesto¹⁵ aunque hay casos de países relativamente pobres que seguirían perjudicados. Esto lo vemos reflejado en la siguiente figura, donde se observa que la carga que supone el impuesto neto de transferencias tendría una correlación en general positiva con la renta per cápita de los distintos países aunque con algunos destacables valores «anómalos».

FIGURA 3

PRESIÓN FISCAL AÑADIDA DEL IMPUESTO NETO DE TRANSFERENCIAS



Los casos de Estonia, la República Checa y Eslovaquia responden a la elevadísima intensidad de emisiones del PIB que tienen estos países, que multiplican por más de 5 en el primer caso y por más de cuatro en los otros dos la media de la Unión Europea. La causa es fundamentalmente una elevadísima intensidad energética, reflejo de un uso ineficiente de la energía y una industria intensiva en energía y el caso de Estonia y la República Checa también responde a un elevado índice de carbonización.

¹⁵ Por supuesto, el impuesto tendrá efectos redistributivos entre distintos sectores de población dentro de cada país, los cuales en el caso de las transferencias dependen crucialmente del uso que hiciese con éstas. Pero tanto en este caso como en los otros no se consideran impactos internos a cada país.

En cuanto a los indicadores de la capacidad redistributiva de la combinación impuesto energético-transferencias *lump-sum*, se han obtenido los siguientes resultados de la Tabla 7.

TABLA 7
CAPACIDAD REDISTRIBUTIVA DEL IMPUESTO CON TRANSFERENCIAS
LUMP-SUM

	Índice de Gini	Índice de Reynolds-Smolensky
Situación Inicial	0,198767	
Después de impuesto CO ₂	0,197422	0,001345
Después de impuesto CO ₂ -energía	0,197128	0,001639
Después de impuesto CO ₂ -nuclear	0,197130	0,001636

En cualquiera de los tres casos, la capacidad redistributiva (muy débil) del impuesto neto de transferencias sería positiva, es decir, cualquiera de las medidas estudiadas llevaría a una distribución de la renta algo más igualitaria. El modelo con menor capacidad redistributiva sería el modelo puro sobre el CO₂, como cabía esperar del análisis previo, siendo similar la capacidad redistributiva en los otros dos casos.

6. Apuntes sobre los efectos dinámicos de la imposición sobre el CO₂¹⁶

Los anteriores cálculos representan, en nuestra opinión, una interesante primera aproximación (sobre todo dada la escasez de estudios sobre el tema) a los potenciales efectos redistributivos entre países de un impuesto energético europeo. Sin embargo, la perspectiva adoptada ha sido totalmente estática, en el sentido de que se ha basado en la «carga fiscal» que un determinado impuesto implicaría para cada país suponiendo que sus emisiones (y las demandas de las diferentes fuentes energéticas) se mantuviesen iguales a las del año de referencia (2001). El análisis debería basarse en las emisiones previstas una vez implantado el impuesto. Éstas se verían influenciadas por una serie de factores y, en particular, por la propia implantación del tributo. De hecho, la reducción de las emisiones es precisamente el objetivo del impuesto.

Un análisis dinámico de los efectos de un impuesto requeriría especificar cuál es el escenario –o cuáles son los escenarios– futuro de evolución del PIB y de las emisiones y cómo se vería alterado dicho escenario por la implantación del impuesto, lo que exigiría especificar cuestiones tales como: ¿qué otras políticas frente al cambio climático se supone que se aplican en cada país?; ¿a qué ritmo se introduce el impuesto si –como es previsible– no se hace de una vez por todas?; ¿se decide al

¹⁶ En el presente apartado nos referiremos siempre al caso de un impuesto puro sobre el CO₂, aunque los razonamientos serían similares para los otros casos contemplados.

mismo tiempo reducir otros impuestos? y, en particular, ¿se sumaría simplemente el nuevo impuesto a los impuestos sobre la energía existentes en los diferentes países de la Unión Europea o, como es más previsible, se compensaría en parte reduciendo la fiscalidad existente sobre diversos productos energéticos?

Más habitual que un análisis estrictamente dinámico es plantear el tema en términos de «estática comparativa», lo que conceptualmente supone comparar la situación actual con una nueva situación en la cual lo único que ha cambiado es que se ha introducido un impuesto adicional. La forma convencional, muy simple, de plantear el ejercicio pivota sobre el concepto coste marginal de reducción de la contaminación. El concepto es clave para poder prever cuáles son las emisiones en la nueva situación y, por tanto, la carga fiscal y también para valorar los costes totales que para un país supone el impuesto incluyendo la «carga fiscal» pero también el «coste de reducir las emisiones». Pero vayamos por partes.

Supongamos que implantamos un impuesto t sobre las emisiones de CO_2 (de golpe y adicionalmente a los impuestos sobre la energía ya existentes) y que cada país reduce las emisiones mientras el coste marginal de hacerlo es inferior al impuesto.

Sea $CM(R_i)$ la función de costes marginales de reducir las emisiones en una unidad, donde R_i representa la proporción de reducción y supongamos que $CM(0) \geq 0$ y $\frac{\partial CM(R_i)}{\partial R_i} \geq 0$. Entonces, cada país i reduciría sus emisiones respecto a las que existirían sin el impuesto hasta el punto en el cual el coste marginal de reducir emisiones se igualase al impuesto, es decir, $CM(R_i) = t$. Sea a_i la solución para R_i de esta igualdad y x_i las emisiones del país en ausencia del impuesto, entonces las emisiones se reducirán en una cantidad $y_i = a_i * x_i$.

La carga fiscal para cada país será: $t(1 - a_i) * x_i$.

Según este modelo, podemos concluir que las cargas fiscales *relativas* se desviarán respecto a las calculadas en el apartado anterior en la medida en que los valores a_i sean diferentes para los diferentes países¹⁷. Aunque el supuesto de costes marginales iguales entre países es muy restrictivo, es la hipótesis que han asumido algunos autores en sus estudios para todos los países (y no sólo para los de la Unión Europea). Es el caso del trabajo de Larsen y Sha (1994) en su análisis de los posibles efectos de un mercado internacional de derechos de emisiones de CO_2 . El propio Nordhaus (1994) extrapola las estimaciones realizadas, en su mayor parte para la economía de Estados Unidos, para la función de costes marginales de reducción global a nivel mundial.

Como señalábamos, la introducción del concepto coste de reducción de la contaminación sugiere otro posible indicador del «coste» que para un país supone la introducción del impuesto. Se trataría de la suma de la «carga fiscal» y del «coste de

¹⁷ Para el caso particular en que la función de costes marginales fuese lineal, es decir, $CM(R_i) = g_i R_i$, entonces la proporción de reducción sería $R_i = t/g_i$ y resultaría: $t(x_i - 0,5*(t/g_i)x_i) = tx_i(1 - 0,5*(t/g_i))$. En este caso, el coste total se desviaría respecto a las cargas fiscales relativas en la medida en que los valores g_i sean diferentes para los diferentes países.

reducir las emisiones» (menos, en su caso, las transferencias *lump-sum* o los beneficios del gasto público adicional).

Formalmente, partiendo de la misma función de costes marginales tendríamos que el «coste total» (CT_i) para un país i sería:

$$CT_i = t(x_i - y_i) + \int_0^{a_i x_i} CM\left(\frac{y_i}{x_i}\right) \partial y_i$$

donde y_i es la cantidad de reducción de las emisiones.

El coste total relativo para los diferentes países se desviaría respecto a las cargas fiscales relativas en la medida en que la función de coste marginal ($CM(R_i)$) sea diferente entre estos países, mientras que no variaría si la función fuera la misma para todos los países¹⁸. Bajo este segundo supuesto, se mantendrían las cargas relativas calculadas en el apartado anterior.

Suele darse por supuesto que la anterior función de costes puede aproximarse de forma razonable y suele pensarse que, si bien los efectos del cambio climático presentan enormes incertidumbres, son mucho menos inciertos los costes económicos de reducir las emisiones; compartimos, sin embargo, el escepticismo de DeCanio (2003) quien, refiriéndose a los modelos económicos sobre políticas sobre el cambio climático, señala una situación en la cual “los supuestos de los analistas se disfrazan como resultados que están sólidamente apoyados en la teoría y los datos” lo cual crearía una enorme cantidad de confusiones entre las cuales destaca lo que considera un mito: «la idea de que si bien la ciencia física sobre el clima está plagada de incertidumbres, es posible saber con un elevado grado de certeza cuales son las consecuencias *económicas* de alternativas acciones políticas» (DeCanio, 2003, p. 7, cursiva en el original). El hecho es que las estimaciones de los costes difieren mucho según la perspectiva adoptada¹⁹ e incluso muchos autores han defendido –como demuestra la evidencia empírica– que existen significativas posibilidades “*win-win*” de introducir mejoras ambientales, que al mismo tiempo permiten ahorrar dinero a los que las introducen (Porter y Van der Linde, 1995); los modelos económicos (como el que acabamos de plantear) suelen suponer comportamientos estrictamente maximizadores que por hipótesis dejan de lado estas posibilidades. Además, las propias políticas de reducción de las emisiones pueden influir sobre los hábitos y tecnologías futuras lo que, sin duda, también afectará a los costes relativos futuros de diferentes opciones sin que ello haya sido modelizado satisfactoriamente (Hourcade *et al.*, 1996)²⁰.

¹⁸ Debe ser la misma en todo el intervalo relevante hasta el punto en que costes marginales se igualan al impuesto.

¹⁹ Como muestra extrema, los estudios citados en HOURCADE *et al.* (1996, Figura 9.10, p. 318) señalan a España como el país con unos mayores costes marginales de reducir las emisiones, mientras que VI-GUIER *et al.* (2002, Figura 16) consideran que es el país con menores costes marginales, aunque en ambos casos sí hay coincidencia en considerar a Italia como un país con costes especialmente elevados. Estos estudios no analizaban los 10 nuevos países miembros de la última ampliación de la Unión Europea.

²⁰ Existe evidencia de que una parte muy importante de cambio técnico en el sector energético está inducido por la respuesta de las empresas a las condiciones del mercado (GRUBB y WALKER, 1992), en oposición al cambio técnico exógeno que se asume en muchos modelos. GRUBB (1997) y GRUBB y KÖHLER (2000) concluyen que la consideración del cambio técnico endógeno disminuiría los costes de reducción calculados, ya que la misma mitigación desarrolla el conocimiento necesario para un control de emisiones a bajo coste.

Esto sólo son ejemplos de los problemas de dar precisión numérica y de traducir en un valor monetario las dificultades que para cada país comporta reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en una determinada cuantía o porcentaje²¹; sabemos que las dificultades –y, por tanto, los esfuerzos necesarios– son diferentes, pero debemos ser modestos a la hora de juzgar nuestra capacidad de cuantificar estas diferencias. La conclusión es que hacer estimaciones cuantitativas de los efectos de un impuesto para valorar cuál será la «carga fiscal relativa» de cada país es extremadamente difícil. Además, si bien el concepto de «carga fiscal» es perfectamente definido en términos monetarios, el concepto de coste monetario de reducir las emisiones es, en cambio, problemático o, como mínimo, tiene un grado de indefinición mucho más grande de forma que creemos que el concepto de «carga fiscal» (que será incierta) no debería diluirse en el concepto mucho más problemático de «coste monetario total».

Por supuesto, y a pesar de todo lo anterior, sí debemos indagar sobre algunos factores que pueden determinar si los países tienen mayor o menor dificultad para reducir las emisiones y, en particular, para responder a un hipotético impuesto internacional con reducción de emisiones. El IPCC (2001) señala algunos de los aspectos relevantes. En primer lugar, el uso que el país ya haga de energías que emitan poco carbono. En principio, conforme mayor sea este uso, menores oportunidades futuras habrá para limitar las emisiones de CO₂. En el caso nuclear, y suponiendo que no se construirán nuevas plantas, aquellos países en los que esta forma de energía tiene mayor peso se enfrentarán en un futuro más o menos lejano a la necesidad de sustituir las plantas cuando por razones técnicas, económicas o políticas se tengan que cerrar; Francia, Lituania y Suecia son los países con un mayor peso de la energía nuclear (véase Tabla 3). En el caso de las energías renovables, podemos pensar que, en principio, los países con un mayor desarrollo de las energías renovables tienen menor camino a recorrer aunque las posibilidades de desarrollo de estas fuentes varían mucho de país a país; los casos en los que las energías renovables tienen mayor peso son los de Letonia, Suecia, Finlandia y Austria. Por lo que respecta a los combustibles fósiles, los países que en principio tienen más oportunidades de pasar a combustibles con menores emisiones de carbono por unidad de energía son aquellos en los que el carbón tiene más peso: Polonia, Estonia y la República Checa.

En conjunto, el valor del índice de carbonización que aparece en la Tabla 2 puede considerarse como un primer indicador sintético de la mayor o menor capacidad de cambiar a combustibles menos emisores, aunque no debe olvidarse que las posibilidades de cambio dependen de muchos otros factores y son diferentes según los usos energéticos concretos (pasar de energías más emisoras a otras menos emisoras en la generación de electricidad es, en principio, más fácil que en el ámbito del transporte privado). En principio, teniendo en cuenta la mayor proporción relativa

²¹ Aquí hay que señalar que las políticas de reducción de las emisiones de CO₂ tienen muchas veces beneficios ambientales secundarios –por ejemplo, beneficios de salud pública por la disminución de emisiones de partículas perjudiciales– que deberían –de poderse valorar monetariamente– contarse como costes «negativos» y que podrían convertir en beneficioso lo que aparentemente es costoso (IPCC, 2001).

que representan tanto el carbón como el crudo y los derivados del petróleo en los países con menor renta per cápita y el hecho de que en siete de los diez países con menor renta per cápita las energías renovables tienen un peso muy por debajo de la media europea (Letonia, Estonia y Eslovaquia serían la excepción), sería de esperar que la regresividad (entre países) del impuesto disminuyera con el tiempo.

En segundo lugar, está la intensidad energética. Por un lado, una alta intensidad energética puede significar que el país aún no ha aplicado políticas que se han llevado a cabo en otros países, como sería el caso en la mayor parte de los países recientemente incorporados a la Unión Europea. Por otro lado, también puede indicar que la economía está más especializada en actividades intensivas en energía y puede encontrarse con grandes dificultades para cambiar a un modelo menos intensivo en energía al menos en el corto plazo. Entre los países con una mayor intensidad energética se situarían Eslovaquia, Estonia, República Checa y Lituania (véase Tabla 2). Entre los 15 países que formaban parte de la Unión Europea anterior a la ampliación, destaca la mayor intensidad energética de Finlandia y Bélgica.

Por último, un factor importante es el ritmo crecimiento económico. Por un lado, un alto crecimiento permite una rápida reposición de capital y por tanto oportunidades para instalar tecnologías bajas en carbono. Por otro lado, un mayor crecimiento aumenta los requerimientos de energía. Como consecuencia, las economías que más crecen aumentan significativamente sus emisiones totales pero tienden a reducir su intensidad en energía, que es la variable que aquí nos interesa. Este sería el caso de Irlanda, país que experimenta las mayores tasas de crecimiento, y en menor grado Luxemburgo, Letonia, Chipre y Hungría. Para estos países, una reducción neta de emisiones respecto a un año base sería más costosa, pero lo que aquí nos interesa es que, si se produjese una disminución de la intensidad energética, ello reduciría la carga relativa respecto al PIB que supone el impuesto en estos países.

Referencias bibliográficas

- [1] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE) (2000): *CO₂ Emissions from Fuel Combustion (2000 edition)*, OECD/IEA, París.
- [2] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE) (2003): *CO₂ Emissions from Fuel Combustion (2003 edition)*, OECD/IEA, París.
- [3] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE) (2004a): *Energy Balances of OECD Countries, (2004 edition)*, OECD/IEA, París.
- [4] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE) (2004b): *Energy Balances of non-OECD Countries (2004 Edition)*, OECD/IEA, París.
- [5] ANG, B. W. (1999): «Is the energy intensity a less useful indicator than the carbon factor in the study of climate change?», *Energy Policy*, 27, 943-946.
- [6] BARANZINI, A.; GOLDEMBERG, J. y SPECK, S. (2000): «A future for carbon taxes», *Ecological Economics*, 32, 395-412.
- [7] BARKER, T. (1999): «Achieving a 10 por 100 cut in Europe's CO₂ emissions using additional excise duties: coordinated, uncoordinated and unilateral action using the econometric model E3ME», *Economic Systems Research*, 11 (4), 401-421.

- [8] BARKER, T. y KÖHLER, J. (1998): «Equity and Ecotax reform in the EU: Achieving a 10 por 100 reduction in CO₂ emissions using Excise Duties. Environmental Fiscal Reform», *Working Paper* n. 10. University of Cambridge, Cambridge.
- [9] BIESIOT, W. y NOORMAN, K. J. (1999): «Energy requirements of household consumption: a case study of The Netherlands», *Ecological Economics*, 28 (3), 367-383.
- [10] BRUCE, J.; LEE, H. y HAITES, E. (eds.) (1996): *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.
- [11] COMISIÓN EUROPEA (1992): «Propuesta de directiva del consejo por la que se crea un impuesto sobre las emisiones de dióxido de carbono y la energía», COM (92) 226 final, 30 de junio.
- [12] COMISIÓN EUROPEA (1993): «Stable Money-Sound Finances. Community public perspective of EMU», *European Economy*, 53.
- [13] COMISIÓN EUROPEA (1995): «Propuesta modificada de directiva del consejo por la que se crea un impuesto sobre las emisiones de dióxido de carbono y sobre la energía», COM (95) 172 final, 10 de mayo.
- [14] COMISIÓN EUROPEA (1997): «Propuesta de directiva del consejo por la que se reestructura la estructura comunitaria de imposición de los productos energéticos», COM (97) final, 12 de marzo.
- [15] CONRAD, K. y SCHMIDT, F.N. (1998): «Economic impacts of an uncoordinated versus a coordinated carbon dioxide policy in the European Union: An applied general equilibrium analysis», *Economic Systems Research*, 10 (2), 161-182.
- [16] CORNWELL, A. y CREEDY, J. (1996): «Carbon taxation, prices and inequality in Australia», *Fiscal Studies*, 17 (3), 21-38.
- [17] DECANIO, S. J. (2003): *Economic Models of Climate Change: A Critique*. Palgrave-Macmillan, Nueva York.
- [18] DSI DATA SERVICE (2005): *International Statistical Yearbook, 2005 edition*, DSI Data Service, Rheinberg.
- [19] EKINS, P. y SPECK, K. (1999): «Competitiveness and exemption from environmental taxes in Europe», *Environmental and Resource Economics*, 13, 369-396.
- [20] GAGO, A. y LABANDEIRA, X. (1999): *La reforma fiscal verde*, Mundi-prensa, Madrid.
- [21] GRUBB, M. (1997): «Technologies, energy systems and the timing of CO₂ emissions abatement. An overview of economic issues», *Energy Policy*, 25, 159-172.
- [22] GRUBB, M. y KÖHLER, J. (2000): «Induced technical change: Evidence and implications for energy-environmental modelling and policy», Working Paper 0031, Department of Applied Economics, Cambridge University.
- [23] GRUBB, M. y WALTER, J. (1992): *Emerging Energy Technologies: Impacts and Policy Implications*. Royal Institute of International Affairs, London.
- [24] HOEL, M. (1992): «Carbon taxes: an international tax or harmonized domestic taxes?», *European Economic Review*, 36, 400-406.
- [25] HOURCADE, J. C. (coord.) et al. (1996): «A review of mitigation cost studies», en Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) *Climate Change, Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- [26] IPCC (2001): *Climate Change 2001: Mitigation*. Contribution of Working Group III

- to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- [27] LABANDEIRA, X. y LABEAGA, J. M. (1999): «Combining Input-Output Analysis and Micro-Simulation to Assess the Effects of Carbon Taxation on Spanish Households», *Fiscal Studies*, 20 (3), 305-320.
- [28] LAMBERT, P. J. (1993): *The distribution and Redistribution of Income. A mathematical Analysis*, Manchester University Press, Manchester.
- [29] LARSEN, B. y SHAH, A. (1994): «Global tradeable carbon permits, participation incentives and transfers», *Oxford Economic Papers*, 46, 841-856.
- [30] MÁRQUEZ MOLERO, R. (2004): «La nueva fiscalidad de la energía en la Unión Europea», en M. Buñuel (dir), *Tributación medioambiental: Teoría, práctica y propuestas*, Deloitte/Thomson.Civitas, Madrid.
- [31] MARTÍNEZ ALIER, J. y ROCA JUSMET, J. (2000): *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. México.
- [32] NORDHAUS, W. D. (1994): *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, MIT Press, Cambridge, MA.
- [33] O'COONOR, M. (1997): «The internalization of environmental costs: implementing the Polluter Pays principle in the European Union», *International Journal of Environment and Pollution*, 7 (4), 450-482.
- [34] OCDE (1995): *Climate Change, Economic Instruments and Income Distribution*. OCDE, París.
- [35] OCDE (1997): *Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*. OCDE, París.
- [36] PADILLA, E. (2004): «Climate Change, Economic Analysis and Sustainable Development», *Environmental Values*, 13 (4), 523-544.
- [37] PADILLA, E. y ROCA, J. (2003): «Las propuestas para un impuesto europeo sobre el CO₂ y sus potenciales implicaciones distributivas entre países», *Revista de Economía Crítica*, 2, 5-24.
- [38] PADILLA, E. y ROCA, J. (2004): «The proposals for a European tax on CO₂ and their implications for intercountry distribution», *Environmental and Resource Economics*, 27 (3), 273-295.
- [39] PEARSON, M. (1995): «The political economy of implementing environmental taxes», *International Tax and Public Finance*, 2, 357-373.
- [40] PORTER, M. y VAN DER LINDE, C. (1995): «Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship» en STAVINS, R. N. (ed), *Economics of the Environment, Selected Readings*, W. W. Northon and Company, Nueva York y Londres, cuarta edición, 2000.
- [41] POTERBA, J. (1991): «Tax policy to combat global warming», en R. Dornbusch y J. Poterba (eds.), *Global Warming: Economic Policy Responses*. MIT Press, Cambridge MA, 71-98.
- [42] REYNOLDS, M. y SMOLENSKY, E. (1977): *Public Expenditures, Taxes and the Distribution of Income: The United States, 1950, 1961, 1970*, Academic Press, Nueva York.
- [43] ROCA JUSMET, J. (2000): «Instrumentos para una economía más sostenible: mercados y política ambiental», en R. Bermejo y A. García Espuche (eds.), *Hacia una economía sostenible*, Centre de Cultura Contemporànea de Barcelona/Bakeaz, Barcelona.
- [44] ROCA, J. y ALCÁNTARA, V. (2001): «Energy intensity, CO₂ emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case», *Energy Policy*, 29 (7), 553-556.

- [45] ROCA, J.; TELLO, E. y PADILLA, E. (en prensa): «Ahorro de agua y tarifas domésticas», capítulo 7, en A. Estevan y N. Prat (coords.), *Alternativas para la gestión del agua en Cataluña. Una visión desde la nueva cultura del agua*, Bilbao, Bakeaz.
- [46] SCHEER, H. (2000): *Economía Solar Global*, Círculo de Lectores, Barcelona.
- [47] SERRANO, M. (2005): «Emisiones de gases de efecto invernadero y estructuras de consumo en España», *Revista de Economía Crítica*, 4, 89-114.
- [48] SMITH, S. (1992): «The distributional consequences of taxes on energy and the carbon content of fuels», *European Economy*, Special Edition on the Economics of Limiting CO₂ Emissions, Commission of the European Economies, 241-268.
- [49] SPÉCK, S. (1999): «Energy and carbon taxes and their distributional implications», *Energy Policy*, 27, 659-667.
- [50] STERNER, T. y ISAKSSON, L. H. (en prensa): «Refunded emission payments theory, distribution of costs, and Swedish experience of NO_x abatament», *Ecological Economics*.
- [51] SYMONS, E.; PROOPS, J. y GAY, P. (1994): «Carbon taxes, consumer demand and carbon dioxide emissions: a simulation analysis for the UK», *Fiscal Studies*, 15(2), 19-43.
- [52] VIGUIER, L. L.; BABIKER, M. H. y REILLY, J. M. (2003): «The cost of the Kyoto Protocol in the European Union», *Energy Policy*, 31, 393-483.
- [53] WHALLEY, J. y WIGLE, R. (1991): «The international incidence of carbon taxes», en R. Dornbusch y J. M. Poterba (eds.), *Global Warming: Economic Policy Responses*. MIT Press, Cambridge, MA, 233-263.
- [54] WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED) (1987): *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford.