AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Economía Agraria y Recursos Naturales. ISSN: 1578-0732. Vol. 4, 7. (2004). pp. 63-91

La evolución de la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001: un análisis de descomposición

Alberto Ansuategi [a] e Iñaki Arto [b]

RESUMEN: En este artículo se utiliza una metodología de descomposición basada en índices para obtener estimaciones cuantificadas de los efectos intersectoriales e intrasectoriales que explican la reducción en un 38% de la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001. Los resultados de la descomposición aditiva de los cambios de la intensidad energética de la industria vasca a nivel de período muestran: 1) que dicha reducción se debió principalmente a cambios intrasectoriales, y 2) que los cambios intersectoriales apenas contribuyeron a reducir la intensidad energética de la industria vasca. No obstante, los resultados de descomposición de serie temporal revelan: 1) que la evolución de la intensidad energética de la industria vasca no fue lineal, sino que experimentó cuatro fases perfectamente diferenciadas, y 2) que la evolución del sector «siderurgia y fundición» es determinante a la hora de explicar dichas fases. Además, se destaca la necesidad de desagregar el sector «siderurgia y fundición», lo cual permitiría distinguir los cambios puramente tecnológicos del resto de los cambios intrasectoriales.

PALABRAS CLAVE: Intensidad energética, análisis de descomposición.

Clasificación JEL: Q40.

* Los autores agradecen sus sugerencias y comentarios a J. Manuel Chamorro, Marta Escapa y dos evaluadores anónimos. Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología número SEC2001-0687 y la Subvención General a Grupos de Investigación de la Universidad del País Vasco número 9/UPV 00IO1-14548/2002.

[a] Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I, Universidad del País Vasco.
[b] Unidad de Economía Ambiental del Instituto de Economía Pública, Universidad del País Vasco.

Dirigir correspondencia a: Alberto Ansuategi, Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Avda. Lehendakari Agirre 83, 48015 Bilbao. E-mail: jepancoa@bs.ehu.es
Recibido en enero de 2004. Aceptado en julio de 2004.

The evolution of the energy intensity of the basque industry from 1982 to 2001: a decomposition analysis

SUMMARY: In this article an index decomposition methodology is used to estimate the effect of intersectoral and intrasectoral changes in explaining the 38% reduction in industrial energy intensity in the Basque Autonomous Community from 1982 to 2001. Period-wise additive decomposition results show that 1) the decline is mainly explained by intrasectoral changes and that 2) intersectoral changes have hardly contributed to reduce the energy intensity of the Basque industrial sector. However, time-series decomposition analysis shows that 1) four different phases can be distinguished in the evolution of energy intensity of the Basque industry from 1982 to 2001 and 2) that the evolution of the «Iron and Steel» sector is determinant when explaining those phases. Moreover, the analysis stresses the necessity to disaggregate the «Iron and Steel» sector in order to be able to distinguish purely technological effects from the rest of intrasectoral changes.

KEYWORDS: Energy intensity, decomposition analysis.

JEL classification: Q40.

1. Introducción

El objetivo de mejora de la eficiencia energética está presente en la mayoría de los países desarrollados, no sólo porque son conscientes del alto grado de dependencia exterior que existe en materia energética (los países de la OCDE importan entre el 50% y el 80% de la energía que consumen), sino también porque reconocen que la mejora de los índices de intensidad energética es una condición necesaria (aunque no suficiente) para obtener la compatibilidad del crecimiento económico y la protección de la calidad ambiental [1].

Desde que la Comisión Brundtland popularizara el concepto de «desarrollo sostenible» a través del informe titulado *Nuestro Futuro Común* (WCED, 1987), la búsqueda de formas de compatibilizar el crecimiento económico con la protección del medio ambiente ha copado la agenda política en materia ambiental de la mayoría de los gobiernos. Sin embargo, el mensaje proporcionado por la comunidad científica ha sido ambiguo. Por un lado, una parte importante de la comunidad científica muestra cierta cautela a la hora de evaluar la posibilidad de compatibilizar los objetivos de crecimiento y protección ambiental (Arrow *et al.*, 1995). Por otro lado, el sector más optimista defiende la hipótesis de que el crecimiento económico sólo causa degradación ambiental en las primeras fases del desarrollo y posteriormente pasa a solucionarlo (Beckerman, 1995; Lomborg, 2001). La argumentación que se ha seguido para formular esta última hipótesis se basa en el supuesto de que, conforme se produce el crecimiento económico, los ciudadanos comienzan a valorar más la calidad ambiental

1 Así, el Plan de Acción para la Mejora de la Eficiencia Energética en la Unión Europea (COM (2000) 247 final) establece como objetivo orientativo la reducción de la intensidad energética global en un 1% anual desde el año 2000 hasta el año 2010. También están surgiendo actuaciones legislativas, tales como la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al rendimiento energético de los edificios (DOCE L1/65 de 4 de enero de 2003), que tratan de facilitar el logro de estos objetivos.

y se producen cambios tecnológicos y cambios en la estructura productiva que permiten reducir el impacto ambiental de la actividad económica. Además, esta hipótesis se ha visto acompañada por una nutrida colección de estudios empíricos que muestran que la relación entre la renta per cápita y una serie de indicadores de degradación ambiental toma forma de U invertida [2].

La relación entre la renta y el consumo energético no resulta ajena a este debate sobre la compatibilidad entre crecimiento económico y protección ambiental. Los datos parecen sugerir que, en términos de consumo energético por unidad de output, los países desarrollados se están esforzando en situarse en la senda de la sostenibilidad. Así, por ejemplo, analizando la evolución de la intensidad energética de los países de la OCDE en las últimas tres décadas (IEA, 2003), se puede comprobar que el crecimiento del consumo de energía ha sido inferior al del valor añadido bruto (VAB) [3]. Dada la relación positiva que existe entre el consumo de energía y la generación de toda una serie de impactos ambientales, la disociación entre la evolución del VAB y el consumo de energía ha contribuido a reforzar la hipótesis de que la estrategia de crecimiento es una estrategia de «ganar-ganar».

No obstante, la relación entre el crecimiento económico y el consumo energético es suficientemente compleja como para que no nos conformemos con un análisis simple de la evolución de la intensidad energética y tratemos de determinar y cuantificar los diferentes factores que explican dicha evolución. Todos los analistas coinciden en señalar que la evolución de la intensidad energética en los países de la OCDE se ha debido a la confluencia de factores como el cambio de la estructura productiva (particularmente del sector industrial) y el progreso tecnológico. Sin embargo, no ha sido hasta bien entrada la segunda mitad de la década de los 90 cuando se ha despertado un verdadero interés por cuantificar el efecto que estos factores tienen sobre la intensidad energética. Huntington y Myers (1987), Ang (1995) y Ang y Zhang (2000) ofrecen revisiones de la literatura sobre el análisis de descomposición de la intensidad energética en diferentes momentos del tiempo, referenciando 8, 51 y 124 estudios empíricos, respectivamente. En esta rápida proliferación del análisis de descomposición de la intensidad energética, la mayoría de los estudios (un 31% de los estudios referenciados en Ang y Zhang (2000)) se han centrado en el caso de economías asiáticas como Taiwan, Singapur y China y otro grupo importante de trabajos (un 19% de los estudios referenciados en Ang y Zhang (2000)) en la economía estadounidense. En el caso de España, existe únicamente un estudio de carácter más divulgativo que técnico (CNE, 2002), en el que se compara la evolución de la eficiencia energética de la economía española con la de los principales países de la OCDE, y el estudio de Alcántara y Roca (1995), en el que se sigue un método de análisis basado

[2] De Bruyn y Heintz (1999) y Ansuategi (2001) ofrecen una revisión exhaustiva de dicha literatura.

[3] Tal y como se argumenta en De Bruyn y Opschoor (1997) y Roca y Alcántara (2001), es importante distinguir entre un crecimiento económico acompañado de un menor uso de la energía en sentido absoluto («desvinculación absoluta o fuerte») de uno simplemente acompañado de una menor intensidad energética («desvinculación relativa o débil») pero con mayor consumo energético. Así, la disminución de la intensidad energética es condición necesaria pero no suficiente para desvincular en sentido absoluto o fuerte la degradación ambiental del crecimiento económico.

en balances energéticos para descomponer el cambio en el uso energético entre 1980 y 1990. Para el caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco, no existe ningún estudio de descomposición de la intensidad energética. Este artículo pretende contribuir en esta línea de investigación, utilizando una metodología de descomposición basada en índices para obtener estimaciones cuantificadas de los efectos intersectoriales e intrasectoriales que explican la evolución de la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001.

El análisis de descomposición basado en índices requiere menos datos que los métodos de descomposición basados en tablas input-output y puede resultar de gran utilidad a la hora de descomponer los cambios de intensidad energética entre sus diferentes componentes. Para llevarlo a cabo es necesario disponer de datos de consumo energético y VAB con la misma clasificación sectorial. El Ente Vasco de la Energía (EVE) y el Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT) proporcionan datos anuales de consumo energético y VAB con una descomposición en trece subsectores desde 1982 hasta 2001. En este artículo utilizaremos dichos datos para descomponer el cambio que se produce en la intensidad energética de la industria vasca en dos componentes: el cambio intersectorial y el cambio intrasectorial.

El artículo está estructurado en seis apartados. Tras esta breve introducción, el segundo apartado sitúa el análisis de descomposición en el contexto del debate sobre la compatibilidad entre crecimiento económico y protección ambiental. En el tercer apartado se describe la elección del método de descomposición que, en el cuarto apartado, se aplica al análisis de la evolución de la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001. En el quinto apartado se profundiza en el análisis del sector de la siderurgia y la fundición, dado que parece ser un sector determinante para explicar la evolución de la intensidad energética de la industria vasca. Finalmente, en el sexto apartado se recoge una serie de conclusiones.

2. La hipótesis de la curva de Kuznets ambiental y el análisis de descomposición

A principios de la década de los 90 se publicaron una serie de estudios empíricos (Grossman y Krueger, 1991; Shafik y Bandhyopadyay, 1992; Panayotou, 1993 y Selden y Song, 1994) que sugerían que, si bien en las primeras fases del desarrollo económico la degradación ambiental es una consecuencia inevitable del crecimiento, una vez superado determinado nivel de renta per cápita, el crecimiento económico deja de ser la causa y pasa a ser la solución a la degradación ambiental. Esta hipótesis se conoce como la Curva de Kuznets Ambiental y, tal y como se recoge en uno de los estudios pioneros (Panayotou, 1993), la hipótesis se justifica en los siguientes términos: *En los niveles más bajos del desarrollo, tanto la cantidad como la intensidad de la degradación se limitan al impacto de la actividad económica de subsistencia en la base de recursos y a la emisión de cantidades limitadas de residuos biodegradables. Cuando se acelera el desarrollo económico con la intensificación de la agricultura y de otras actividades extractivas y el despegue de la industrialización, las tasas de ex-*

tracción de recursos empiezan a superar las tasas de regeneración de los recursos y la generación de residuos empieza a crecer tanto en cantidad como en toxicidad. Finalmente, cuando se alcanzan niveles de desarrollo más altos, el cambio estructural hacia actividades intensivas en información, la mayor valoración de la calidad ambiental por parte de las personas, la puesta en práctica de la regulación ambiental, el desarrollo de nuevas tecnologías y el aumento en el gasto ambiental conducen a la estabilización y reducción de la degradación ambiental. De acuerdo con esta hipótesis, la relación entre el nivel de renta per cápita y la calidad ambiental, podría representarse mediante una curva en forma de U invertida.

La evidencia empírica que se ha venido acumulando desde principios de la década de los 90 no es del todo concluyente puesto que, si bien algunos problemas ambientales tales como la contaminación atmosférica en las zonas urbanas muestran una evolución cuya forma es la ya mencionada U invertida, otros problemas como las emisiones de CO_2 y la generación de residuos urbanos no parecen desligarse del crecimiento económico ni siquiera en las fases más avanzadas del desarrollo. Para otros indicadores de degradación ambiental, entre los que se encuentra el consumo energético, los resultados son ambiguos. Así, Cole *et al.* (1997) y Suri y Chapman (1998) concluyen que la relación entre el consumo de energía residencial y la renta per cápita toma forma de U invertida; sin embargo, Agras y Chapman (1999) se encuentran con una relación creciente entre consumo energético total y la renta per cápita. Esta variedad de resultados [4] ha sugerido la necesidad de profundizar en el análisis empírico de la relación entre la degradación ambiental y el crecimiento económico.

Una de las principales críticas que ha recaído sobre la literatura empírica que ha estudiado la relación entre la degradación ambiental y el crecimiento económico es que los modelos en forma reducida utilizados no han sido capaces de identificar y cuantificar el efecto de variables clave como los cambios estructurales y tecnológicos que acompañan al crecimiento económico. El análisis empírico que se ha llevado a cabo en la mayoría de los casos ha consistido en un análisis de regresión del tipo siguiente:

$$E_{jt} = \alpha_j + d_t + \beta y_{jt} + \gamma y^2_{jt} + z_{jt} + u_{jt} \qquad j = 1,..., J \qquad t = 1,..., T \qquad [1]$$

donde E_{jt} representa el indicador de degradación ambiental en la localización j en el momento t; y_{jt} denota la renta per cápita en la localización j en el momento t; α_j refleja un vector de características asociadas a la localización j; d_t constituye un vector de características asociadas al momento t; z_{jt} mide un vector de variables que, no estando correlacionadas con la renta per cápita, son variables explicativas de la relación entre la degradación ambiental y la renta per cápita en la localización j en el momento t; y, finalmente, u_{jt} representa el término residual. Este tipo de análisis ha servido para establecer y cuantificar la relación empírica entre la degradación ambiental y el nivel de actividad económica (que la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental presupone

[4] Stern *et al.* (1996), Ansuategi *et al.* (1998) y Roca y Padilla (2003) relacionan esta variedad de resultados con factores como el posible «desplazamiento» de contaminación entre países.

es cuadrática con $\beta > 0$ y $\gamma < 0$). Sin embargo, el método arriba señalado diluye el impacto de todos aquellos efectos que acompañan al crecimiento económico dentro de los valores estimados para β y γ y no es capaz de descomponer dicho efecto agregado entre sus componentes.

Existen dos motivos por los cuales un cambio en el nivel de actividad económica puede traer aparejado un cambio en el nivel de degradación ambiental en general y en el de la intensidad energética en particular:

1. Un efecto estructural: históricamente, el proceso de crecimiento económico de los países desarrollados ha venido acompañado de un cambio en la composición del producto y, dado que no todos los bienes y servicios conllevan la misma intensidad energética, este cambio se puede traducir en cambios en el nivel de intensidad energética agregada.
2. Un efecto tecnológico: el progreso tecnológico, que generalmente suele acompañar al crecimiento económico, puede permitir producir la misma cantidad de bienes y servicios con una menor utilización de energía.

En este artículo se utiliza el análisis de descomposición como un método empírico alternativo para examinar la importancia de los cambios estructurales y tecnológicos como factores conducentes a las variaciones de la intensidad energética de la actividad económica.

Definamos primeramente la intensidad energética de un país en un momento dado del tiempo t (e_t) como el cociente entre el consumo energético en t (E_t) y el PIB en t (Y_t). Así, la intensidad energética de un país en el momento t se puede descomponer a través de la siguiente identidad:

$$e_t = \sum_{i=1}^{N} a_{it} s_{it} \qquad [2]$$

donde el subíndice $i = 1,..., N$ denota los diferentes sectores de la economía, a_{it} representa la intensidad energética del sector i y s_{it} refleja la aportación proporcional del sector i en el PIB. Si denotamos por E_{it} el consumo energético del sector i y por Y_{it} la aportación del sector i al PIB, tenemos que $a_{it} = E_{it}/Y_{it}$ y $s_{it} = Y_{it}/Y_t$. Sustituyendo estas expresiones en la ecuación [2] se comprueba que dicha ecuación es una identidad.

Derivando la ecuación [2] con respecto al tiempo obtenemos:

$$\dot{e}_t = \sum_i a_{it} \dot{s}_{it} + \sum_i \dot{a}_{it} s_{it} \qquad [3]$$

siendo $\dot{e}_t \equiv \dfrac{de}{dt}$ y otro tanto para a y s.

Los cambios en s_{it} a lo largo del tiempo representan la influencia que los cambios en la composición de la actividad económica tienen sobre la intensidad energética. Dichos cambios vienen representados por el primer sumando de la ecuación [3] y son denominados cambios estructurales o intersectoriales [5]. Por otro lado, las intensida-

[5] Estos cambios pueden ser tanto positivos como negativos. Si los sectores con intensidades energéticas más bajas crecen más rápido que aquéllos con intensidades más altas, el cambio estructural reduce la intensidad energética y el consumo energético total crece a una tasa menor que el valor añadido bruto.

des energéticas de los sectores pueden disminuir o aumentar como consecuencia de variaciones en la eficiencia del uso de la energía, en el abanico de productos producidos dentro de los sectores o en el tipo de energía usado en el proceso productivo. Estos cambios son conocidos como cambios intrasectoriales y vienen recogidos por el segundo sumando de la ecuación [3] [6].

El resultado de descomposición presentado en la ecuación [3] se cumple para cambios continuos (o indefinidamente pequeños) de todas las variables. Sin embargo, y dada la naturaleza discreta de los datos de series temporales, este resultado tiene escasa validez en aplicaciones empíricas. Existe una literatura muy extensa sobre cómo transformar la ecuación [3] en su equivalente discreto. Esta transformación se conoce como *análisis de descomposición.* Dicho análisis cubre un amplio abanico de métodos de estática comparativa que se alinean en torno a dos grupos principales: los «métodos de descomposición estructural» (MDE) y «métodos de descomposición basados en índices» (MDBI). Los primeros efectúan el análisis de descomposición utilizando datos procedentes de tablas input-output, mientras que los segundos lo hacen con datos sectoriales. Hoekstra (2003) y Ang y Zhang (2000) ofrecen una revisión pormenorizada de la literatura que aplica MDE y MDBI, respectivamente. En este trabajo vamos a utilizar el MDBI. En la sección siguiente presentamos una clasificación y comparación de las diferentes variantes de MDBI a fin de justificar la elección de un método particular.

3. La elección del método de descomposición

La metodología de descomposición que vamos a utilizar en este estudio de la evolución de la intensidad energética de la industria vasca es el MDBI introducido por Boyd *et al.* (1987), cuyas características se detallan en Liu *et al.* (1992), Ang (1994) y De Bruyn (2001). La descomposición se puede hacer tanto de forma multiplicativa como aditiva. La primera conlleva descomponer el cociente de dos intensidades energéticas, mientras que la segunda descompone la diferencia entre ellas. La elección entre la descomposición aditiva y la descomposición multiplicativa es completamente arbitraria y, en principio, sólo debería afectar a la interpretación de los resultados numéricos. Choi y Ang (2003) muestran la simetría existente entre ambas formas de descomposición para algunos métodos de descomposición. Para simplificar la exposición, en esta sección nos centraremos en los métodos de descomposición aditiva. No obstante, y para que ello no implique la omisión de los resultados de descomposición multiplicativa, impondremos la existencia de simetría entre los resultados de descomposición aditiva y la descomposición multiplicativa como un criterio adicional en la elección del método de descomposición.

Si denotamos mediante Δe_{tot} el cambio en la intensidad energética desde el año *0* al año *T* (es decir, $\Delta e_{tot} = e_T - e_0$) e integramos ambos lados de la ecuación [3] con respecto a la variable tiempo desde el año *0* hasta el año *T* obtenemos:

[6] El denominado efecto tecnológico recoge más efectos que los puramente tecnológicos, pues incluye, por ejemplo, cambios de productos intrasectoriales.

$$\Delta e_{tot} = \int_0^T \sum_i a_{it}\dot{s}_{it}\, dt + \int_0^T \sum_i \dot{a}_{it} s_{it}\, dt \qquad [4]$$

La ecuación [4] se puede re-escribir de las siguientes dos formas:

$$\Delta e_{tot} = \int_0^T \sum_i \left(E_{it}/Y_t\right)\left(\dot{s}_{it}/s_{it}\right) dt + \int_0^T \sum_i \left(\dot{a}_{it}/a_{it}\right)\left(E_{it}/Y_t\right) dt = \Delta e_{est} + \Delta e_{tec} \qquad [5]$$

$$\Delta e_{tot} = \int_0^T \sum_i a_{it}\dot{s}_{it}\, dt + \int_0^T \sum_i \dot{a}_{it} s_{it}\, dt = \Delta e_{est} + \Delta e_{tec} \qquad [6]$$

donde Δe_{est} constituye el efecto estructural estimado y Δe_{tec} refleja el efecto tecnológico estimado. Tomemos el primer término a la derecha de la ecuación [5] como ejemplo para transformar el problema de sendas integrales en un problema paramétrico. Consideremos las sendas integrales que cumplen las siguientes condiciones:

$$\min\left\{E_{i0}/E_0\,,\, E_{iT}/E_T\right\} \le E_{it}/E_t \le \max\left\{E_{i0}/E_0\,,\, E_{iT}/E_T\right\} \quad \forall i = 1,\ldots, N \qquad [7]$$

$$\min\left\{s_{i0},\, s_{it}\right\} \le s_{it} \le \max\left\{s_{i0},\, s_{iT}\right\} \quad \forall i = 1,\ldots, N \qquad [8]$$

Liu *et al*. (1992) muestran que podemos hallar un conjunto de parámetros que denotaremos a través de λ_i, tales que satisfagan la siguiente ecuación:

$$\Delta e_{est} = \sum_i \left[E_{i0}/E_0 + \lambda_i\left(E_{iT}/E_T - E_{i0}/E_0\right)\right] \times \ln\left(s_{iT}/s_{i0}\right) \qquad [9]$$

donde $0 \le \lambda_i \le 1$. Aplicando este procedimiento a cada uno de los términos del lado derecho de las ecuaciones [5] y [6], en cada caso con un conjunto de condiciones similares a las condiciones [7] y [8], obtenemos los dos siguientes métodos paramétricos Divisia:

PDM1 (Parametric Divisia Method 1)

$$\Delta e_{est} = \sum_i \left[E_{i0}/Y_0 + \lambda_i\left(E_{iT}/Y_T - E_{i0}/Y_0\right)\right] \times \ln\left(s_{iT}/s_{i0}\right) \qquad [10]$$

$$\Delta e_{tec} = \sum_i \left[E_{i0}/Y_0 + \tau_i\left(E_{iT}/Y_T - E_{i0}/Y_0\right)\right] \times \ln\left(a_{iT}/a_{i0}\right) \qquad [11]$$

PDM2 (Parametric Divisia Method 2)

$$\Delta e_{est} = \sum_i [a_{i0} + \lambda_i\,(a_{iT} - a_{i0})] \times (s_{iT} - s_{i0}) \qquad [12]$$

$$\Delta e_{tec} = \sum_{i} [s_{i0} + \tau_i (s_{iT} - s_{i0})] \times (a_{iT} - a_{i0}) \qquad [13]$$

donde $0 \leq \lambda i, \tau i \leq 1$.

Nótese que los componentes de la descomposición se estiman independientemente y, por lo tanto, su suma no tiene por qué igualar al efecto total. No obstante, consideramos que la obtención de una descomposición perfecta, es decir, que no exista un término residual en el ejercicio de descomposición, es una característica deseable que tendremos en cuenta a la hora de establecer la metodología.

Los parámetros λi y τi en PDM1 y PDM2 determinan las ponderaciones aplicadas al cambio en la intensidad energética sectorial y en la composición de la producción, respectivamente. Dado que se pueden elegir infinitas combinaciones de ponderaciones, existe un número infinito de métodos de descomposición, uno por cada combinación de ponderaciones. La cuestión siguiente sería determinar cuáles son los valores «adecuados» de los parámetros.

En Economía el estudio de las propiedades de los índices se relaciona principalmente con la literatura sobre los cambios en cantidades y precios, siendo Fisher (1922) uno de los trabajos pioneros en el análisis y comparación de las propiedades de un gran número de índices. Una de las conclusiones más importantes de la línea de investigación iniciada por Fisher es que no es matemáticamente posible que un índice aglutine todas las propiedades deseables (Balk, 1995). Esta apreciación es extensible a los MDBI y, por lo tanto, cualquier elección de los parámetros que hagamos incorporará cierto grado de arbitrariedad. No existe consenso entre los investigadores sobre cuál es el mejor MDBI. Sin embargo, Ang *et al.* (2002) y Ang (2004) evalúan la idoneidad de los MDBI más utilizados en la literatura en función de una serie de propiedades deseables que enumeraremos a continuación.

Ang *et al.* (2002) destacan tres tests utilizados en la teoría de los números índice que son susceptibles de ser utilizados en la evaluación de los MDBI: la reversión de factores, la reversión temporal y la consistencia en la agregación [7]. La reversión de factores implica que la suma de efectos por factor ha de igualar el efecto total y, por lo tanto, no ha de existir ningún efecto residual. La reversión temporal establece que los resultados de descomposición de las variaciones en las variables entre el momento 0 y el momento T han de ser iguales en magnitud pero de signo opuesto a los resultados de descomposición de las variaciones en las variables entre el momento T y el momento 0. La consistencia en la agregación permite que los resultados de descomposición para subgrupos de factores puedan ser agregados consistentemente.

Ang (2004) evalúa los diferentes métodos de descomposición utilizados en la literatura y concluye que el método Divisia de media logarítmica I (LMDI I) constituye el MDBI más adecuado. El método LMDI I es consistente con el índice Vartia I (Vartia, 1976) y descompone los efectos intersectorial e intrasectorial de la siguiente forma:

[7] Ang *et al.* (2002) describen los tests para el caso de la descomposición multiplicativa. Nosotros presentamos aquí la aplicación de dichos tests para el caso de la descomposición aditiva.

$$\Delta e_{est} = \sum_{i} \left[\frac{E_{iT}/Y_T - E_{i0}/Y_0}{\ln\left(E_{iT}/Y_T\right) - \ln\left(E_{i0}/Y_0\right)} \right] \times \ln\left(s_{iT}/s_{i0}\right) \qquad [14]$$

$$\Delta e_{tec} = \sum_{i} \left[\frac{E_{iT}/Y_T - E_{i0}/Y_0}{\ln\left(E_{iT}/Y_T\right) - \ln\left(E_{i0}/Y_0\right)} \right] \times \ln\left(a_{iT}/a_{i0}\right) \qquad [15]$$

Es decir, en la clasificación de métodos de descomposición expuesta anteriormente, el método LMDI I se obtendría aplicando en PDM1 los siguientes valores a los parámetros λ_i y τ_i:

$$\lambda_i = \tau_i = \frac{1}{\ln\left(E_{iT}/Y_T\right) - \ln\left(E_{i0}/Y_0\right)} - \frac{E_{i0}/Y_0}{E_{iT}/Y_T - E_{i0}/Y_0} \quad \forall i = 1,\ldots, N \qquad [16]$$

Entre los argumentos que utiliza Ang (2004) para justificar la recomendación del método LMDI I destaca la bondad de éste al superar los tests de reversión de factores, reversión temporal y la consistencia en la agregación [8]. Además, el hecho de que, tal y como se muestra en Choi y Ang (2003), se pueda establecer una relación simple entre los resultados de descomposición multiplicativa y los resultados de descomposición aditiva obtenidos a través del método LMDI I constituye una característica atractiva adicional de dicho MDBI [9]. En el apartado siguiente utilizamos el método LMDI I para analizar la evolución de la intensidad energética de la industria vasca.

4. Análisis de la evolución de la intensidad energética de la industria vasca

En el apartado 2 hemos mostrado que el análisis de descomposición de la intensidad energética de una economía está estrechamente ligado con la contrastación empírica de la validez de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental. Por lo tanto, el análisis que vamos a realizar en esta sección se podría utilizar para discutir la compa-

[8] Ang y Liu (2001) muestran que el método LMDI I efectúa una descomposición perfecta y es consistente en la agregación.

[9] Si representamos como Δ_{tot}, Δ_{str} y Δ_{tec} los resultados de descomposición aditiva para el efecto total, el efecto intersectorial y el efecto intrasectorial y como D_{tot}, D_{str} y D_{tec} los resultados de descomposición multiplicativa para el efecto total, el efecto intersectorial y el efecto intrasectorial, Choi y Ang (2003) muestran que en el caso del método LMDI I se cumple que $\Delta_{tot}/\ln D_{tot} = \Delta_{str}/\ln D_{srt} = \Delta_{tec}/\ln D_{tet}$.

tibilidad existente en la economía vasca entre los objetivos de crecimiento económico y la protección del medio ambiente. No obstante, es necesario aclarar que, si bien una contrastación empírica rigurosa de la curva de Kuznets ambiental requeriría un análisis que englobara a todos los sectores económicos, nuestro estudio se va a centrar esencialmente en el sector industrial.

La razón principal por la que hemos decidido centrarnos en el sector industrial es que éste es el único sector para el que existen datos de valor añadido y consumo energético que son compatibles y que tienen un nivel de desagregación aceptable [10]. Sin embargo, el hecho de que nos centremos en el sector industrial no supone una limitación muy grave para el análisis. Es posible mostrar a través de las mismas técnicas de descomposición presentadas anteriormente que el sector industrial es responsable de la mayoría de las variaciones en la intensidad energética de la economía vasca. Por ello, este apartado se va a subdividir en dos secciones. En la primera, vamos a analizar la evolución de la intensidad energética de la economía vasca entre 1982 y 2001 con una representación de la economía estructurada en cuatro sectores. Esta parte del análisis nos servirá para avalar la importancia del sector industrial a la hora de determinar la evolución de la intensidad energética de la economía vasca y así justificar el análisis pormenorizado de la industria vasca, que se realizará en la segunda sección.

4.1. *La intensidad energética de la economía vasca*

Para el análisis de la evolución de la intensidad energética de la economía vasca, vamos a utilizar datos del consumo final de energía en Kilotoneladas equivalentes de petróleo (Ktep) del Ente Vasco de la Energía (EVE). Asimismo, para la contabilización de la evolución de la producción de la economía se ha utilizado el Valor Añadido Bruto a coste de factores y precios constantes de 1982 (VAB cf), en miles de €, procedente del Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT). El análisis que vamos a desarrollar en esta sección distingue 4 sectores: (1) primario, (2) industria (excepto sector energético) (3) construcción y (4) servicios (excepto transporte y comunicaciones). Los datos muestran que la intensidad energética de la economía vasca era de 0,25744646 tep/1.000 € en 1982 y pasó en 2001 a ser de 0,17355754 tep/1.000 €, lo que equivale a una reducción del 32,58%. El cuadro 1 resume los datos de intensidad energética y peso sectorial correspondientes a los años 1982 y 2001.

Es necesario aclarar que en la elaboración de la base de datos no se han incluido ni el sector transporte ni el sector energético. Dos son las razones de excluir el sector transporte de nuestro análisis. En primer lugar, los datos sobre consumo energético del sector transporte incluyen el consumo de energía del sector residencial (transporte privado). Asimismo, en el consumo energético se incluye aquél que realizan los vehículos que repostan en el País Vasco y cuyo origen y destino se encuentran

[10] Tal y como mostraremos más adelante, aún en el caso del sector industrial, se echa en falta la disponibilidad de datos con una mayor desagregación sectorial.

fuera de él. En ambos casos se trata de consumos de energía que no llevan asociados un impacto directo en el incremento del VAB del sector transporte vasco; por tanto, no se puede establecer una relación entre consumo energético y VAB del transporte. En el caso del sector energético, la justificación de excluirlo del análisis hay que buscarla en el nivel de agregación de los datos de consumo de energía de este sector, que no diferencia entre las actividades de refino, cogeneración y centrales termoeléctricas. Por otra parte, en el caso del sector eléctrico, el consumo asociado a las actividades de distribución de energía no está incluido junto con el resto del consumo del sector. De esta forma no es posible relacionar los consumos energéticos con el VAB del sector.

CUADRO 1

Intensidad Energética (tep/1.000 €, precios constantes 1982) y Peso Sectorial (% del VAB) de la Economía Vasca en 1982 y 2001

Sectores	a_{82}	a_{01}	s_{82}	s_{01}
Primario	0,435771727	0,54074755	0,03050915	0,01654593
Industria (excepto sec. energético)	0,718360469	0,44584574	0,32369598	0,32148062
Construcción	0,007770826	0,00477251	0,05659042	0,07990662
Servicios (excepto transp. y comunicaciones)	0,01897691	0,03590352	0,58920445	0,58206683

El objetivo de esta sección es analizar cómo han contribuido los cambios tecnológicos y los cambios estructurales en la reducción del 32,58% en la intensidad energética de la economía vasca entre 1982 y 2001 y, más concretamente, determinar la contribución del sector industrial en dicha reducción. Disponiendo de datos anuales es posible realizar dos tipos de análisis de descomposición: 1) una *descomposición a nivel de período,* que proporciona los resultados de descomposición entre el año base (1982) y el año final (2001) y 2) una *descomposición de serie temporal,* que proporciona el resultado de la descomposición para los años intermedios. En el caso de la descomposición de series temporales se tiene mucha más información del comportamiento de los cambios estructurales y tecnológicos a lo largo del período [11].

Dado que el objetivo principal de esta sección es justificar la necesidad de realizar un análisis exhaustivo del sector industrial y para simplificar la exposición de los resultados, en esta parte del análisis nos centraremos en los resultados a nivel de período.

Los cuadros 2 y 3 muestran los resultados de la descomposición aditiva de los cambios de la intensidad energética de la economía vasca a nivel de período.

[11] Ang y Lee (1994) muestran que en Singapur, si bien el efecto estructural en una descomposición a nivel de período entre 1975 y 1990 de la intensidad energética fue nulo, un análisis de descomposición de serie temporal mostraba que el cambio estructural había sido una fuerza importante a la hora de determinar las variaciones del uso energético.

CUADRO 2

Resultados de la descomposición aditiva de la intensidad energética de la economía vasca para el período 1982-2001 (tep/1.000 €, precios constantes 1982)

Cambio Total	Cambio intersectorial	Cambio intrasectorial
–0,08388891	–0,00803123	–0,07585769

CUADRO 3

Descomposición aditiva del cambio en la intensidad energética de la economía vasca entre 1982 y 2001: Análisis por sectores

Sector	Intersectorial (%)	Intrasectorial (%)	Total (%)
1. Primario	–2,61	0,92	–1,69
2. Industria (excepto energía)	**–0,49**	**–34,16**	**–34,65**
3. Construcción	0,05	–0,08	–0,02
4. Servicios (excepto transporte y com.)	–0,07	3,85	3,77
ECONOMÍA	–3,12	–29,47	**–32,58**

El análisis de descomposición establece que de los 0,08388891 tep/1.000 € en los que se reduce la intensidad energética de la economía vasca, los cambios en la estructura productiva han contribuido a una reducción del 0,00803123 tep/1.000 € (el 9,57%) y una caída de 0,07585769 Tep/1.000 € (el 91,43%) se debe a cambios intrasectoriales y/o cambios en la tecnología de producción [12]. Es necesario apuntar que, dado el bajo nivel de desagregación sectorial, muchos de los cambios que se incorporan en esta categoría pueden ser considerados también cambios en la estructura productiva, puesto que pueden ser debidos a alteraciones en la composición del producto a escala subsectorial. De hecho, en el cuadro 3 destaca la contribución de los cambios intrasectoriales del sector industrial como el principal factor explicativo de la reducción de la intensidad energética de la economía vasca y, tal y como veremos en la sección siguiente, una mayor resolución en términos de desagregación del sector industrial permitirá desvelar la importancia de los cambios intersectoriales en la evolución de la intensidad energética de la industria vasca.

4.2. *La intensidad energética de la industria vasca*

Una vez hemos motivado la importancia del sector industrial en la determinación de la evolución de la intensidad energética de la economía vasca, en esta sección va-

[12] A pesar de que la «terciarización» de la economía vasca no es muy acusada al nivel de desagregación presentado en la tabla 1 (la participación del sector «servicios» en el VAB apenas varía), la atribución de la responsabilidad de los cambios en la intensidad energética a cambios en la estructura productiva de la economía vasca es «sospechosamente» baja.

mos a llevar a cabo un análisis pormenorizado del sector. Al igual que en la sección anterior, los datos proceden del Ente Vasco de la Energía (EVE) y el Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT). El análisis distingue 13 subsectores: 1) siderurgia y fundición, 2) cemento, 3) vidrio, 4) pasta, papel y cartón, 5) derivados del caucho y neumáticos, 6) industria química, 7) industria extractiva, 8) metalurgia no férrea, 9) construcción de medios de transporte, 10) máquinas y transformados metálicos, 11) alimentación, bebidas y tabaco, 12) textil, cuero y calzado y 13) resto de industria. El horizonte temporal del análisis va desde 1982 a 2001. En este caso vamos a realizar tanto el análisis a nivel de período como el análisis de serie temporal. El cuadro 4 resume los datos de intensidad energética y peso sectorial correspondientes a los años 1982 y 2001. Para analizar el consumo energético de la industria vasca entre 1982 y 2001 se han utilizado datos del consumo final de energía en Kilotoneladas equivalentes de petróleo (Ktep) de 13 sectores industriales recogidos en la publicación anual del Ente Vasco de la Energía (EVE) «Datos Energéticos del País Vasco» [13]. Asimismo, para la contabilización de la evolución de la producción industrial se ha utilizado el Valor Añadido Bruto a coste de factores y precios corrientes, en miles de € de 1982, procedente de las «Cuentas Industriales» publicadas anualmente por el Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT). Para expresar el VAB en € constantes se han utilizado los deflactores del VAB a precios de mercado procedentes de las «Cuentas Económicas» del EUSTAT. En los cuadros A.1 y A.2 del anexo del artículo se presentan los datos anuales.

Tal y como se puede comprobar en la tabla 4, la intensidad energética de la industria vasca ha pasado de 0,72 tep/1.000 € en 1982, a 0,45 tep/1.000 € en 2001. Esto significa que la intensidad energética de la industria vasca se redujo entre 1982 y 2001 en un 38%. Una lectura rápida de los datos presentados en el cuadro 4 nos permite comprobar que todos los sectores industriales salvo el de «Pasta, Papel y Cartón» han experimentado una reducción en la intensidad energética, siendo esta reducción especialmente significativa en la «Industria Extractiva» (una reducción del 79%), el «Cemento» (una reducción del 72%), «Resto de Industria» (una reducción del 52%) y la «Siderurgia y Fundición» (una reducción del 41%). De estos cuatro sectores, el sector «Siderurgia y Fundición» es el que mayor peso tiene en porcentaje sobre el VAB industrial (18,62 % en 1982) y, a pesar de que su participación baje en cuatro puntos y medio en el período 1982-2001, la diferencia en peso es aún muy importante en 2001. De todas formas, para poder llegar a estimaciones precisas del papel que desempeñan los cambios intrasectoriales e intersectoriales en la evolución de la intensidad energética de la industria vasca no podemos limitarnos a un análisis visual de los datos, sino que es necesario efectuar un análisis de descomposición. A continuación vamos a realizar una descomposición a nivel de período y una descomposición de serie temporal.

[13] Nótese que, por coherencia con la metodología adoptada en la mayoría de los estudios de la evolución de la intensidad energética, el análisis se lleva a cabo en términos de consumo final de energía. Sin embargo, tal y como señalan Alcántara y Roca (1995), este tipo de análisis conlleva ciertas limitaciones, pues no permite contabilizar las necesidades de energía primaria asociadas a los consumos finales energéticos.

CUADRO 4

Intensidad Energética (tep/1.000 €, precios constantes 1982) y Peso Sectorial (% del VAB) de la Industria Vasca en 1982 y 2001

Sector	a_{82}	a_{01}	s_{82}	s_{01}
1	1,97225072	1,158554473	0,18622984	0,14161341
2	15,1236331	4,253753112	0,0034714	0,00768824
3	1,47980367	1,374503043	0,01229163	0,01589314
4	2,14042512	2,165932096	0,03806654	0,03575952
5	0,39534973	0,276867252	0,04997284	0,0667068
6	0,81895259	0,520269729	0,05234256	0,06306992
7	0,51956967	0,109057633	0,00593617	0,01656686
8	1,04188045	0,788459305	0,01309625	0,02266024
9	0,11113835	0,085231062	0,10541504	0,09185875
10	0,12913388	0,095879311	0,38094381	0,40638169
11	0,28484377	0,256405365	0,05885928	0,04291917
12	0,26665281	0,24398037	0,0168732	0,0093501
13	0,48855835	0,235432152	0,07650144	0,07953215
TOTAL	**0,71836047**	**0,445827491**	**1**	**1**

Descomposición a nivel de período

El cuadro 5 muestra los resultados de la descomposición aditiva de los cambios de la intensidad energética de la industria vasca.

CUADRO 5

Resultados de la descomposición aditiva de la intensidad energética de la industria vasca para el período 1982-2001 (tep/1.000 €, precios constantes 1982)

Cambio Total	Cambio intersectorial	Cambio intrasectorial
–0,27253298	–0,0157707	–0,25676228

El análisis de descomposición establece que de los 0,27253298 tep/1.000 € en los que se reduce la intensidad energética de la industria vasca, una caída de 0,0157707 tep/1.000 € (el 5,79%) se debe a cambios en la estructura productiva y una caída de 0,25676228 tep/1.000 € (el 94,21%) se debe a cambios en la tecnología de producción. Estos resultados de descomposición permiten extraer dos conclusiones principales:

1. El cambio tecnológico (intrasectorial) es el principal factor explicativo de la reducción de la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001.
2. La contribución del cambio estructural (intersectorial) a la reducción de la intensidad energética de la industria vasca es muy modesta.

Descomposición de serie temporal

La figura 1 muestra los resultados de la descomposición aditiva de los cambios de la intensidad energética de la industria vasca a nivel de serie temporal. En el análisis de se-

rie temporal existen 19 conjuntos de resultados de descomposición y se pueden calcular los efectos de descomposición acumulados desde 1982 hasta cualquiera de los años de la serie. En el caso de la descomposición aditiva presentado en la figura 1, el efecto acumulado se calcula sumando los efectos calculados para los años intermedios. Hay que apuntar, sin embargo, que la descomposición a nivel de período y este tipo de descomposición de serie temporal no generan la misma distribución entre efecto estructural y efecto tecnológico, dado que las «ponderaciones» que se utilizan para calcular los diferentes efectos no son constantes, sino que se actualizan en cada momento del tiempo [14].

El análisis de serie temporal desvela que la evolución de la intensidad energética de la industria vasca ha experimentado diferentes fases. En concreto, la figura 1 permite distinguir cuatro fases:

1. FASE 1 (desde 1982 a 1985): Esta fase se caracterizó por un incremento rápido de la intensidad energética de la industria vasca en un 10,72% (desde 0,718360469 tep/1.000 € en 1982 a 0,795372045 tep/1.000 € en 1985) a una tasa media anual del 3,45%. En esta fase, tanto el efecto estructural como el tecnológico contribuyeron positivamente al aumento de la intensidad energética de la industria vasca. El análisis de descomposición atribuye un 53,34% del incremento en la intensidad energética a cambios estructurales en la industria vasca y el 46,66% restante a cambios intrasectoriales o tecnológicos.
2. FASE 2 (desde 1985 a 1992): Esta fase se caracterizó por un descenso paulatino de la intensidad energética de la industria vasca en un 10,80% (desde 0,795372045 tep/1.000 € en 1985 a 0,709472973 tep/1.000 € en 1992) a una tasa media anual del 1,47%. El análisis de descomposición atribuye el 108,28% de esta reducción al cambio en la estructura de la industria vasca y una contribución negativa del 8,28% de esta reducción a los cambios intrasectoriales.
3. FASE 3 (desde 1992 a 1997): Esta fase se caracterizó por un descenso acelerado de la intensidad energética de la industria vasca en un 36,29% (desde 0,709472973 tep/1.000 € en 1992 a 0,452006342 tep/1.000 € en 1997) a una tasa media anual del 6,39%. El análisis de descomposición atribuye el 99,86% de esta reducción a los cambios intrasectoriales o tecnológicos en la industria vasca y una contribución casi nula del 0,14% de esta reducción al cambio estructural.
4. FASE 4 (desde 1997 a 2001): Esta fase se caracterizó por un mantenimiento de la intensidad energética de la industria vasca en torno a un valor medio de 0,446664707 tep/1.000 €, con una desviación estándar de 0,006391803 tep/1.000 €.

La interpretación de estas cuatro fases en la evolución de la intensidad energética de la industria vasca resulta más fácil si acudimos a la descomposición de los efectos

[14] Existe una forma alternativa de generar la serie de resultados de descomposición, que sería aplicar el ejercicio de descomposición entre el año inicial (1982) y cada uno de los años de la serie (1983-2001). La ventaja de este método es que permite encadenar los resultados de serie temporal con los resultados a nivel de período y el inconveniente es que, para establecer las ponderaciones que determinarán los cálculos de descomposición, no se utilizan los datos más recientes (los pertenecientes a los años t y $t+l$) sino que se utilizan los del año base (1982) y el año t. Hemos realizado los cálculos de las dos formas y los resultados son casi idénticos.

estructurales y tecnológicos a nivel sectorial. Los cuadros 6-10 presentan los resultados de descomposición sectoriales para los períodos 1982-2001, 1982-85, 1985-92, 1992-97 y 1997-2001, respectivamente.

La primera conclusión que se desprende de un análisis exhaustivo de los datos presentados en los cuadros 6-10 es que el sector que determina principalmente la evolución de la intensidad energética de la industria vasca es el sector de la siderurgia y la fundición, con una influencia mucho menor de otros sectores como el cemento, la industria química y las máquinas y transformados metálicos.

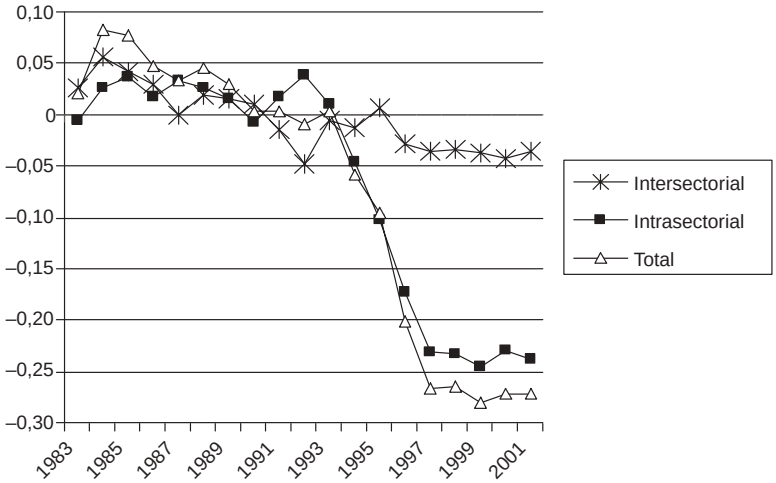

Figura 1. *Descomposición en serie temporal de la intensidad energética de la industria vasca (tep/1.000 €).*

CUADRO 6

Descomposición aditiva del cambio en la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001: Análisis por sectores

Sector	Intersectorial (%)	Intrasectorial (%)	Total (%)
1. Siderurgia y fundición	–9,61	–18,68	–28,29
2. Cemento	4,63	–7,39	–2,76
3. Vidrio	0,71	–0,21	0,51
4. Pasta, papel y cartón	–0,69	0,13	–0,56
5. Derivados del caucho y neumáticos	0,77	–0,95	–0,18
6. Industria química	0,98	–2,38	–1,40
7. Industria extractiva	0,34	–0,52	–0,18
8. Metalurgia no férrea	1,20	–0,61	0,59
9. Construcción de medios de transporte	–0,18	–0,36	–0,54
10. Máquinas y transformados metálicos	0,39	–1,82	–1,42
11. Alimentación, bebidas y tabaco	–0,60	–0,20	–0,80
12. Textil, cuero y calzado	–0,27	–0,04	–0,31
13. Resto de industria	0,15	–2,74	–2,60
INDUSTRIA	–2,20	–35,74	–37,94

CUADRO 7

Descomposición aditiva del cambio en la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 1985: Análisis por sectores

Sector	Intersectorial (%)	Intrasectorial (%)	Total (%)
1. Siderurgia y fundición	2,94	7,66	10,60
2. Cemento	0,38	–2,82	–2,43
3. Vidrio	0,10	–0,09	0,01
4. Pasta, papel y cartón	0,16	1,52	1,68
5. Derivados del caucho y neumáticos	0,58	–0,18	0,39
6. Industria química	1,29	–0,07	1,22
7. Industria extractiva	0,18	–0,25	–0,07
8. Metalurgia no férrea	0,68	–0,62	0,06
9. Construcción de medios de transporte	–0,30	–0,44	–0,74
10. Máquinas y transformados metálicos	–0,35	–0,51	–0,86
11. Alimentación, bebidas y tabaco	0,11	0,10	0,22
12. Textil, cuero y calzado	–0,12	0,29	0,16
13. Resto de industria	0,07	0,41	0,48
INDUSTRIA	5,72	5,00	10,72

CUADRO 8

Descomposición aditiva del cambio en la intensidad energética de la industria vasca entre 1985 y 1992: Análisis por sectores

Sector	Intersectorial (%)	Intrasectorial (%)	Total (%)
1. Siderurgia y fundición	–15,50	3,41	–12,09
2. Cemento	1,91	–2,33	–0,42
3. Vidrio	0,68	–0,02	0,66
4. Pasta, papel y cartón	–1,34	0,39	–0,94
5. Derivados del caucho y neumáticos	0,44	–0,89	–0,45
6. Industria química	1,92	–1,13	0,78
7. Industria extractiva	0,10	–0,05	0,05
8. Metalurgia no férrea	–0,23	0,62	0,39
9. Construcción de medios de transporte	0,85	0,31	0,40
10. Máquinas y transformados metálicos	0,20	2,55	2,75
11. Alimentación, bebidas y tabaco	–0,13	0,44	0,31
12. Textil, cuero y calzado	–0,02	–0,11	–0,13
13. Resto de industria	0,20	–2,30	–2,10
INDUSTRIA	–11,69	0,89	–10,80

El hecho de que la evolución del sector de la siderurgia y la fundición contribuya a explicar la mayor parte del cambio en la intensidad energética de la industria vasca (véase la figura 2) nos hace reflexionar sobre la adecuación de la desagregación sectorial elegida para el análisis de descomposición.

Tal y como hemos mencionado anteriormente, la desagregación sectorial elegida influye de manera determinante en los resultados de descomposición. Una sectorización «inadecuada» puede llegar a enmascarar como tecnológicos cambios de

CUADRO 9

Descomposición aditiva del cambio en la intensidad energética de la industria vasca entre 1992 y 1997: Análisis por sectores

Sector	Intersectorial (%)	Intrasectorial (%)	Total (%)
1. Siderurgia y fundición	–1,30	–25,52	–26,82
2. Cemento	1,25	–0,48	0,77
3. Vidrio	0,20	–0,39	–0,19
4. Pasta, papel y cartón	0,54	–1,40	–0,86
5. Derivados del caucho y neumáticos	–0,27	1,09	0,83
6. Industria química	–0,30	–2,74	–3,04
7. Industria extractiva	0,01	0,03	0,04
8. Metalurgia no férrea	0,18	–0,05	0,13
9. Construcción de medios de transporte	0,10	–0,13	–0,03
10. Máquinas y transformados metálicos	0,44	–4,54	–4,10
11. Alimentación, bebidas y tabaco	–0,62	–0,70	–1,32
12. Textil, cuero y calzado	–0,15	–0,22	–0,36
13. Resto de industria	–0,13	–1,19	–1,32
INDUSTRIA	–0,05	–36,24	–36,29

CUADRO 10

Descomposición aditiva del cambio en la intensidad energética de la industria vasca entre 1997 y 2001: Análisis por sectores

Sector	Intersectorial (%)	Intrasectorial (%)	Total (%)
1. Siderurgia y fundición	0,91	0,65	1,57
2. Cemento	0,14	–1,11	–0,98
3. Vidrio	–0,52	0,46	–0,07
4. Pasta, papel y cartón	–0,06	–0,49	–0,55
5. Derivados del caucho y neumáticos	0,05	–1,46	–1,41
6. Industria química	–1,86	1,09	–0,77
7. Industria extractiva	0,15	–0,47	–0,31
8. Metalurgia no férrea	0,96	–1,00	–0,04
9. Construcción de medios de transporte	–0,10	–0,23	–0,33
10. Máquinas y transformados metálicos	0,22	0,48	0,70
11. Alimentación, bebidas y tabaco	–0,07	–0,03	–0,10
12. Textil, cuero y calzado	–0,03	0,07	0,05
13. Resto de industria	0,09	0,78	0,87
INDUSTRIA	–0,11	–1,25	–1,37

tipo estructural que ocurren dentro de uno de los sectores propuestos. Por ello hemos insistido en matizar a lo largo del análisis que lo que denominamos «cambio tecnológico» se debe interpretar como «cambio intrasectorial». Por lo tanto, no podemos descartar la hipótesis de que, en el análisis de descomposición expuesto en este apartado, parte de los cambios intrasectoriales calculados no se correspondan tanto con efectos puramente tecnológicos sino con cambios de productos intrasectoriales.

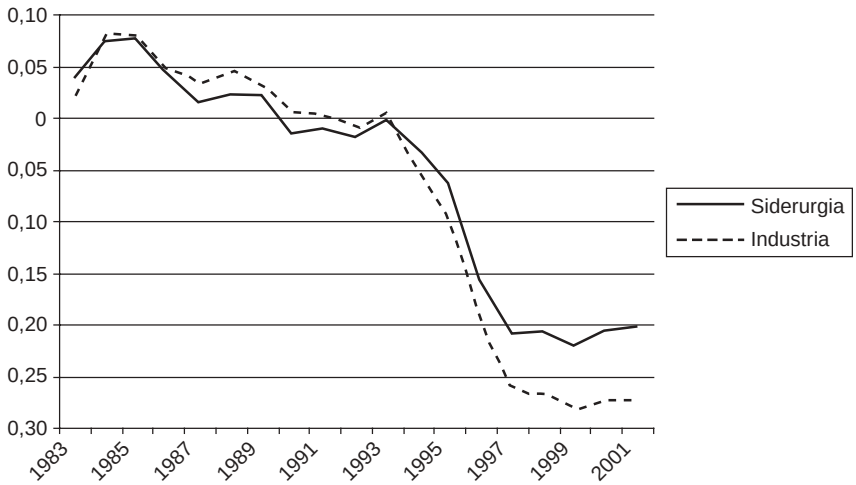

Figura 2. *Evolución comparada de la intensidad energética de la siderurgia y fundición y la actividad industrial total entre los años 1982 y 2001 (tep/1.000 €).*

Para solucionar este problema se debería repetir el análisis con una mayor desagregación del sector de la siderurgia y la fundición. Sin embargo, la falta de datos de consumo energético a un nivel de desagregación mayor nos impide tomar esa vía. La alternativa, por tanto, consiste en tratar de evaluar, si no cuantitativamente sí cualitativamente, los cambios intrasectoriales que se han producido en el sector de la siderurgia y la fundición en las cuatro fases arriba señaladas. En la sección siguiente se discute el papel de la siderurgia y la fundición como fuerza motriz en la disminución de la intensidad energética de la industria vasca.

5. La evolución de la intensidad energética de la siderurgia y la fundición en el País Vasco

A pesar de haber incrementado en un 17,69% su VAB, la participación del sector siderurgia y fundición en el VAB de la industria vasca ha pasado del 18,62% en 1982 al 14,16% en 2001. Dada la elevada intensidad energética del sector, esta circunstancia ha contribuido a la disminución de la intensidad total de la industria [15].

El incremento en el VAB de la siderurgia y la fundición ha ido de la mano de una disminución en el consumo final de energía de este sector del 30,87%. Según el análisis de descomposición, este hecho responde a cambios intrasectoriales que redundan en una disminución de la intensidad energética del 18,68%. Estos cambios intrasectoriales pueden incluir tanto cambios en la estructura del propio sector como cambios puramente tecnológicos.

[15] En el cuadro 6 se puede observar que el cambio del peso relativo del sector siderurgia y fundición en el VAB total da lugar a una disminución del 9,61% en la intensidad energética de la industria.

En el periodo analizado, se pueden distinguir cinco ramas de actividad en este sector: siderurgia integral, siderurgia no integral, acero especial, fabricación de tubos de acero y fundición. Asimismo, estos subsectores producen una gran variedad de productos diferentes [16]. De esta forma, cualquier cambio en la participación de estas ramas en el valor añadido del sector se interpretaría más como un cambio en la estructura intrasectorial que como un cambio puramente tecnológico. Debido a las diferencias en el consumo de energía de estos sectores, estos cambios se traducirían en alteraciones de la intensidad energética del sector. En este sentido, cabe destacar tres hechos relacionados con variaciones en la estructura del sector que han podido influir en la evolución de la intensidad energética de la siderurgia y fundición.

El primero de estos cambios se refiere al desmantelamiento de Altos Hornos de Vizcaya (AHV) en 1996 y su sustitución por la Acería Compacta de Bizkaia (ACB). Esto supuso la desaparición de la siderurgia integral vasca y una importante transformación en la estructura del sector acero. Hasta esa fecha, la producción de acero en alto horno a partir de mineral de hierro y carbón coexistía con la producción en horno de arco eléctrico (HAE) y chatarra. Tras la desaparición de AHV, la totalidad del acero vasco se produce en HAE. En el cuadro 11, elaborada en base a datos extraídos de EVE (1992), se puede apreciar que en el año 1985 el consumo específico del subsector «Siderurgia Integral» era de 0,563 tep por tonelada de acero, representando este subsector un 29 % de la producción de acero común y un 45% del consumo de energía del sector «Siderurgia y Fundición». Por su parte, el subsector «Acero Común No Integral», producido en HAE, presentaba en el mismo año un consumo específico de 0,125 tep por tonelada de acero, representando este subsector un 71% de la producción de acero común y un 25% del consumo de energía del sector «Siderurgia y Fundición». Por tanto, la desaparición de la siderurgia integral tuvo que ser un factor determinante para explicar la caída de la intensidad energética de la «Siderurgia y Fundición» en 1997.

Además de la desaparición del subsector de la siderurgia integral, un segundo hecho que contribuye a explicar la evolución de la intensidad energética de la siderurgia

CUADRO 11

Consumo de energía, producción e intensidad energética del sector siderúrgico en 1985

	Consumo energía (ktep)	Producción de acero (miles t)	Consumo específico de energía (tep/t)
Total acero común	946	3.757	0,252
Siderurgia integral	612	1.087	0,563
Acero común no integral	334	2.670	0,125
Aceros especiales	228	1.110	0,205
Tubo estirado	92	517	0,178
Total siderurgia	1.265	5.384	0,235
Total siderurgia y fundición	**1.356,66**		

[16] En el año 2001, las exportaciones del País Vasco de productos de «fundición, hierro y acero» (capítulo 72 de T.A.R.I.C.) incluían un total de 147 tipos de productos.

y fundición es el cambio que se ha producido en el peso relativo del resto de subsectores. Así, se puede constatar, por ejemplo, el aumento del peso de la fundición en detrimento de la siderurgia (véase la figura 3).

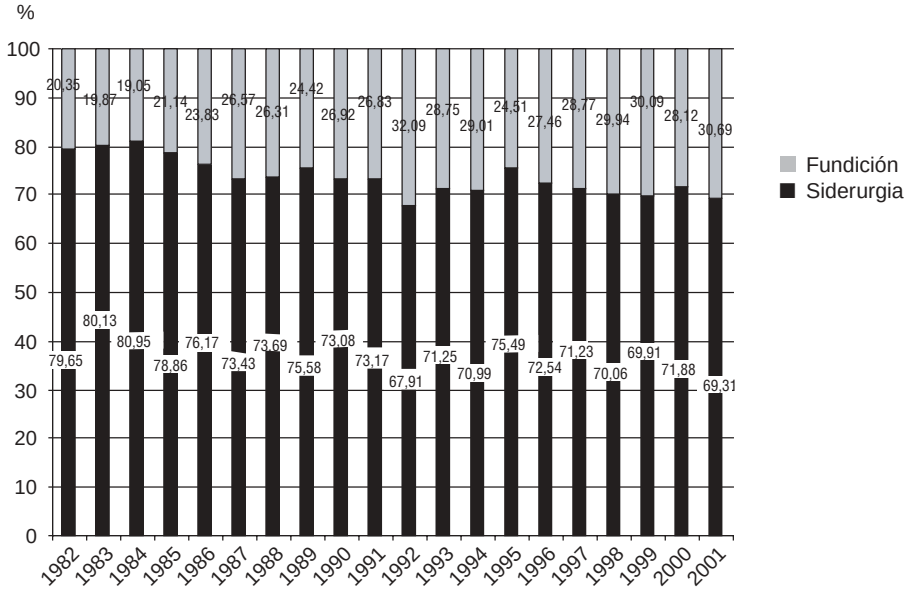

Figura 3. *Evolución del peso relativo de la fundición y la siderurgia en el VAB del sector siderurgia y fundición (en porcentaje).*

Finalmente, el tercer cambio significativo en relación con la estructura del sector lo constituye el desplazamiento de la producción hacia productos de mayor valor añadido. Un claro ejemplo lo encontramos en la evolución de las producciones de acero común y acero especial (EVE, 1998). En el primero de los casos, se observa un incremento en la producción de productos acabados de acero común (un 37% entre 1983 y 1997) mayor que el aumento en los productos de acero bruto común (un 28% entre 1983 y 1997). En el caso del acero especial, tanto la producción de acero bruto como acabado disminuye, siendo menor la reducción en los productos acabados (un 13% en productos acabados frente a un 33% en productos en bruto entre 1983 y 1997).

Además de los cambios intrasectoriales anteriormente señalados, se han producido una serie de cambios tecnológicos que también pueden tener su importancia en la mejora de la intensidad energética del sector. En este sentido destacan las inversiones para la modificación y/o adecuación de hornos a los cambios en las fuentes de energía utilizadas (sustitución de derivados del petróleo por gas natural) y la introducción de equipamientos secundarios (EVE, 1998). Desafortunadamente, la falta de datos para los diferentes subsectores nos impide obtener un resultado de descomposición que nos permita cuantificar el efecto del cambio de la estructura intrasectorial y

de los cambios puramente tecnológicos en la intensidad energética del sector siderurgia y fundición. Así, con la información disponible sólo es posible identificar una serie de causas que potencialmente pueden servir para explicar, a través de los cambios que se producen en el sector siderurgia y fundición, el comportamiento de la intensidad energética de la industria vasca en las cuatro fases descritas en la sección anterior. El cuadro 12 resume estos hechos relevantes en la evolución de la intensidad energética del sector siderurgia y fundición.

CUADRO 12

Hechos relevantes en la evolución de la intensidad energética del sector siderurgia y fundición

Período	Cambio intensidad*	Efecto		Causa
1982-1985	10,60%	Estructural	2,94%	Aumenta la participación del sector siderurgia y fundición en el VAB industrial (+1%).
		Intrasectorial	7,66%	Aumenta la producción de acero bruto en tubos y tubos estirados (productos altamente intensivos en energía) y disminuye la de aceros especiales. En 1985 el principal horno de AHV estuvo fuera de funcionamiento tres meses. En consecuencia, dicho año tuvo un bajo nivel de producción de acero bruto, fuertes importaciones de planchón, bajo consumo de combustibles sólidos y alto consumo de fuelóleo.
1985-1992	–12,09%	Estructural	–15,50%	Disminuye el VAB del sector en un 18,38% y su participación en el VAB industrial en un 5,28%.
		Intrasectorial	3,41%	Aumenta la actividad de la siderurgia integral y disminuye la producción de aceros especiales y tubos estirados. Debido a la mayor intensidad energética de la industria integral esto conduce a un aumento de la intensidad energética del sector.
1992-1997	–26,82%	Estructural	–1,30%	Disminuye la participación en el VAB industrial en un 0,5%.
		Intrasectorial	–25,52%	Entre 1993 y 1996 se desmantela AHV, lo que supone una reducción cercana al 50% en el consumo final de energía del sector siderurgia y fundición. En 1997 entra en funcionamiento ACB (1997). Aumenta la producción (tanto en bruto como acabado) de aceros comunes, aceros especiales y tubos.
1997-2001	1,57%	Estructural	0,91%	Aumenta la participación del sector en el VAB industrial en un 0,36%.
		Intrasectorial	0,65%	–

* El cambio de intensidad se refiere al sector «siderurgia y fundición».

6. Conclusiones

El objetivo principal de este artículo ha sido tratar de establecer la responsabilidad de los cambios intrasectoriales e intersectoriales a la hora de explicar la reducción del 38% que se produjo en la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001. Los resultados de la descomposición aditiva de los cambios de la intensidad energética de la industria vasca a nivel de período muestran (1) que dicha reducción se debió principalmente a cambios intrasectoriales y (2) que los cambios intersectoriales apenas contribuyeron a reducir la intensidad energética de la industria vasca [17]. No obstante, los resultados de descomposición de serie temporal revelan (1) que la evolución de la intensidad energética de la industria vasca no fue lineal, sino que experimentó cuatro fases perfectamente diferenciadas, y (2) que la evolución del sector «siderurgia y fundición» es determinante a la hora de explicar dichas fases.

Desafortunadamente, tal y como hemos señalado en la sección anterior, la falta de datos para los diferentes subsectores nos ha impedido distinguir el efecto del cambio de la estructura intrasectorial de los cambios puramente tecnológicos en la intensidad energética del sector «siderurgia y fundición». Sin embargo, del análisis «cualitativo» de los cambios producidos en el sector «siderurgia y fundición» se intuye que los cambios de la estructura de la economía (tanto intersectorial como intrasectorialmente) han podido desempeñar un papel determinante a la hora de explicar la evolución positiva de la intensidad energética de la industria vasca.

Estos resultados son consistentes con algunos aspectos de la realidad ambiental vasca que se recogen en los diagnósticos de sostenibilidad de la economía vasca (IHOBE 2002, 2003). Los indicadores de calidad de aire incluidos en estos diagnósticos de sostenibilidad muestran que la calidad del aire urbano ha mejorado en los últimos años, lo cual está directamente relacionado con los cambios de la estructura de la economía vasca, que ha tendido a desprenderse de aquellas actividades más intensivas en términos energéticos y en emisiones contaminantes y se ha especializado en actividades con menor impacto ambiental. Sin embargo, no debemos olvidar que el análisis aquí presentado sólo muestra un cambio en la estructura de la producción y no en la estructura del consumo, es decir, hemos mostrado que la economía vasca se ha especializado en la producción de bienes que son menos intensivos en energía, pero ello no significa que el consumidor vasco demande relativamente menos productos intensivos en energía.

Por lo tanto, la interpretación que deberíamos hacer del análisis aquí presentado es que la evolución de la actividad industrial vasca ha venido contribuyendo a reducir el impacto ambiental local, pero en ningún caso parece que haya evidencia suficiente para constatar que ha contribuido a reducir el impacto ambiental global. Una de las principales críticas a la Hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental es que, en muchos de los casos en los que los indicadores de degradación ambiental mejoran con el

17 También se ha mostrado en un análisis preliminar para la economía vasca en su conjunto, con una división del sistema productivo en cuatro sectores, que la reducción de la intensidad energética de la economía vasca se debe más a cambios en la estructura interna del sector industrial que a la "terciarización" de la economía, entendida ésta como un aumento en el peso relativo del sector servicios.

crecimiento económico, esto se debe precisamente al hecho de que las economías tienden a «exportar» las actividades contaminantes a economías más pobres. Por otra parte, no está claro que estas economías vayan a poder en un futuro, cuando alcancen un mayor nivel de desarrollo económico, emular a las economías desarrolladas y especializarse en las actividades económicas más limpias.

De cara al futuro, es imprescindible disponer de datos sectoriales con un nivel de desagregación mayor para poder separar y cuantificar los efectos estructurales de los puramente tecnológicos y así poder evaluar la necesidad de diseñar una política ambiental que mejore la contribución de la industria vasca al objetivo de la sostenibilidad tanto local como global.

Otra posible extensión del análisis aquí presentado sería la siguiente. Tal y como hemos mencionado en la presentación de los datos, una limitación de la metodología elegida es que la realización del análisis en términos de consumo final de energía puede llegar a «ocultar» las pérdidas energéticas asociadas a los consumos finales energéticos. Por ello, resultaría clarificadora la comparación de los resultados obtenidos en este trabajo con los que se obtendrían si el análisis se llevara a cabo en términos de consumo de energía primaria.

Bibliografía

Alcántara, V. y Roca, J. (1995). «Energy and CO_2 Emissions in Spain: Methodology of Analysis and Some Results for 1980-1990». *Energy Economics*, **17** (3):221-230.

Agras, J. y Chapman, D. (1999). «A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis». *Ecological Economics*, **28**:267-277.

Ang, B.W. (2004). «Decomposition Analysis for Policymaking in Energy: Which is the Preferred Method?». *Energy Policy*, **32**:1131-1139.

Ang, B.W. (1994). «Decomposition of Industrial Energy Consumption: The Energy Intensity Approach». *Energy Economics*, **16**:163-174.

Ang, B.W. (1995). «Decomposition Methodology in Industrial Energy Demand Analysis». *Energy*, **20** (11):1081-1095.

Ang, B.W. y Lee, S.Y. (1994). «Decomposition of Industrial Energy Consumption: Some Methodological and Application Issues». *Energy Economics*, **16**:83-92.

Ang, B. W. y Liu, F.L. (2001). «A New Energy Decomposition Method: Perfect in Decomposition and Consistent in Aggregation». *Energy*, **26**:537-548.

Ang, B.W., Liu, F.L. y Chew, E.P. (2002). «Index Numbers and the Fisher Ideal Index Approach in Energy Decomposition Analysis». *Research Report*, 38/2002, Department of Industrial and Systems Engineering, National University of Singapore.

Ang, B.W. y Zhang, F.Q. (2000). «A Survey of Index Decomposition Analysis in Energy and Environmental Studies». *Energy*, **25**:1149-1176.

Ansuategi, A. (2001). «A Critical Assessment of the Environmental Transition Hypothesis» en A. Tavidze (ed.), «*Progress in International Economics Research*». Nova Science Publishers, New York.

Ansuategi, A., Barbier, E.B. y Perrings, C. (1998). «The Environmental Kuznets Curve», en J.C.J.M. van den Bergh y M.W. Hofkes (eds.) «T*heory and Implementation of Economic Models for Sustainable Development*», Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Arrow, K.J., Bolin, B., Constanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, S., Jansson, B.O., Levin, S., Mäler, K.G., Perrings, C. y Pimentel, D. (1995). «Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment». *Science,* **268**:520-521.

Balk, B.M. (1995). «Axiomatic Price Index Theory: A Survey». *International Statistical Review,* **63**:69-93.

Beckerman, W.B. (1995). *«Small is Stupid»*. Gerald Duckworth & Co. Ltd., London.

Boyd, G., McDonnald, J.F., Ross, M. y Hanson, D.A. (1987). «Separating the Changing Composition of US Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach». *The Energy Journal,* **8** (2):77-96.

de Bruyn, S.M. (2001). *«Economic Growth and the Environment»,* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

de Bruyn, S.M. y Heintz, R.J. (1999). «The Environmental Kuznets Curve», en J.C.J.M. van den Bergh (ed.), *«Handbook of Environmental and Resource Economics»,* Edward Elgar, Cheltenham, UK.

de Bruyn, S.M. y Opschoor, J.B. (1997). «Developments in the throughtput-income relationship: theoretical and empirical observations». *Ecological Economics,* **20**:255-268.

Choi, K.H. y Ang, B.W. (2003). «Decomposition of Aggregate Energy Intensity Changes in Two Measures: Ratio and Difference». *Energy Economics,* **25**:615-624.

CNE (Comisión Nacional de la Energía) (2002). *«Consumo de Energía y Crecimiento Económico. Análisis de la Eficiencia Energética de los Principales Países de la OCDE y de España»,* en www.cne.es/pdf/cne14_02.pdf

Cole, M.A., Rayner, A.J. y Bates, J.M. (1997). «The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis». *Environment and Development Economics,* **2**:401-416.

EVE (Ente Vasco de la Energía) (1992). *EVE 2000S: Análisis Integrado de la Demanda Energética e Impacto Medioambiental en el País Vasco.* Ente Vasco de la Energía, Bilbao.

EVE (Ente Vasco de la Energía) (1998). *Sector Industrial Vasco 1997.* Ente Vasco de la Energía, Bilbao.

Fisher, I. (1922). *The Making of Index Numbers: A Study of Their Varieties, Tests and Reliability*. Houghton Mifflin, Boston.

Grossman, G.M. y Krueger, A.B. (1991). *«Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement»*. NBER Working Paper 3914, National Bureau of Economic Research (NBER), Cambridge Mass.

Hoekstra, R. (2003). *Structural Change and the Physical Economy: Decomposition Analysis of Physical and Hybrid-Unit Input-Output Tables.* Research Series 315, Vrije University, Amsterdam.

Howarth, R.B., Schipper, L., Duerr, P.A. y Strøm, S. (1991). «Manufacturing Energy Use in Eigth OECD Countries: Decomposing the Impacts of Changes in Output, Industry Structure and Energy Intensity». *Energy Economics,* **12**:135-142.

Huntington, H.G. y Myers, J.G. (1987). «Sectoral Shift and Industrial Energy Demand: What Have We Learned», en A. Farunqui, J. Broehl y C.W. Gellings (eds.). *«The Changing Structure of American Industry and Energy Use Patterns»*. Battelle Press, Columbus OH.

IEA (International Energy Agency) (2003). *Energy Statistics of OECD Countries, 2000-2001.*

IHOBE (2002). *Indicadores Ambientales 2002,* Serie Programa Marco Ambiental n.º 10, en www.ihobe.es/Publicaciones/descarga/Indicadores_Ambientales.pdf

IHOBE (2003). *Indicadores Ambientales 2003.* Serie Programa Marco Ambiental n.º 28, en www.ihobe.es/Publicaciones/descarga/Indicadores2003-C.pdf

Liu, X.Q., Ang, B.W. y Ong, H.L. (1992). «The Application of the Divisia Index to the Decomposition of Changes in Industrial Energy Consumption». *The Energy Journal,* **13**(4):161-177.

Lomborg, B. (2001). *The Skeptical Environmentalist.* Cambridge University Press.

Panayotou, T. (1993). *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development.* World Employment Research Programme, Working Paper, International Labour Office, Geneva.

Park, S.H. (1992). «Decomposition of Industrial Energy Consumption: An Alternative Method». *Energy Economics,* **14**:843-858.

Roca, J. y Alcántara, V. (2001). «Energy Intensity, CO_2 Emissions and the Environmental Kuznets Curve. The Spanish case». *Energy Policy,* **29** (7):553-556.

Roca, J. y Padilla, E. (2003). «Emisiones Atmosféricas y Crecimiento Económico en España: la Curva de Kuznets Ambiental y el Protocolo de Kioto». *Economía industrial,* 351 (en prensa).

Selden, T. M. y Song, D.S. (1994). «Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?». *Journal of Environmental Economics and Environmental Management,* **27**:147-162.

Shafik, N. y Bandhyopadyay, S. (1992). *Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence.* World Bank, Working Papers WPS 904, Washington DC.

Stern, D.I., Common, M.S. y Barbier, E.B. (1996). «Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development». *World Development,* **24**:1151-1160.

Suri, V. y Chapman, D. (1998). «Economic Growth, Trade and the Environment: Implications for the Environmental Kuznets Curve». *Ecological Economics,* **25**:195-208.

Vartia, Y. (1976). *Relative Changes and Index Numbers.* Research Institute of the Finnish Economy Series A, Helsinki.

WCED (World Commission on Environment and Development) (1989). *Our Common Future.* Oxford University Press, Oxford.

ANEXO

CUADRO A.1

CONSUMO ENERGÉTICO (KTEP)

Sector	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Siderurgia y Fundición	1.300,42	1.407,28	1.376,92	1.356,66	1.245,87	1.167,12	1.292,68
Cemento	185,88	136,99	116,41	107,11	101,78	107,69	146,93
Vidrio	64,4	60,41	65,07	55,88	60,22	66,47	76,2
Pasta, Papel y Cartón	288,48	292,14	314,9	286,25	330,34	310,78	342,19
Derivados del Caucho y Neumáticos	69,95	66,81	69,3	69,07	64,49	66,1	64,69
Química	151,77	156,66	161,79	158,02	127,04	157,08	138,47
I. Extractivas	10,92	8,64	9,78	7,88	9,16	9,55	12,88
Metalurgia no Férrea	48,31	47,7	42,79	43	34,59	37,37	40,06
Construcción de Medios de Transporte	41,48	32,45	17,89	19,47	21,58	22,56	27,37
Máquinas y Transformados Metálicos	174,17	165,59	136,91	131,63	143,47	156,88	206,59
Alimentación, Bebidas y Tabacos	59,36	55,9	55,23	56,11	63,18	64,48	72,01
Textil, Cuero y Calzado	15,93	15,55	16,54	17,35	17,9	15,42	14,73
Resto de Industria	1.32,33	125,14	117,93	124,93	106,58	118,11	114,41
TOTAL	2.543,4	2.571,26	2.501,46	2.433,36	2.326,2	2.299,61	2.549,21
Sector	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**
Siderurgia y Fundición	1.349,3	1.205,98	1.219,63	1.186,26	1.217,8	1.220,1	1.173
Cemento	135,97	136,61	139,37	108,16	119,4	137,1	139
Vidrio	76,4	72,59	76,01	80,3	82,7	82,1	89
Pasta, Papel y Cartón	342,56	331,91	310,2	293,97	297,6	295,3	338
Derivados del Caucho y Neumáticos	65,78	60,9	53,59	64,76	60	57,5	97
Química	147,44	147,06	210,22	197,66	163,2	142,9	182
I. Extractivas	13,97	10,52	11,09	10,18	9,1	7,6	6
Metalurgia no Férrea	41,44	31,76	47,29	58,59	68	48,8	64
Construcción de Medios de Transporte	25,53	35,13	34,15	32,53	36,3	40,8	37
Máquinas y Transformados Metálicos	199,52	242,83	219,32	221,76	196,7	209,2	168
Alimentación, Bebidas y Tabacos	74,73	74,79	70,85	71,13	61,6	55,6	58
Textil, Cuero y Calzado	16,49	16,66	15,09	15,79	13,6	14	9
Resto de Industria	116,04	119,45	78,51	82,45	92,1	91,8	47
TOTAL	2.605,17	2.486,19	2.485,32	2.423,54	2.418,1	2.402,8	2.407
Sector	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	
Siderurgia y Fundición	836	674,28	748	723,6	848,7	899	
Cemento	150	159,47	167	188,7	185,7	179,2	
Vidrio	90	95,16	100	98,3	109,4	119,7	
Pasta, Papel y Cartón	314	343,42	327	345,4	426,6	424,4	
Derivados del Caucho y Neumáticos	101	106,62	125	122,7	106,6	101,2	
Química	177	155,82	173	179,5	177,6	179,8	
I. Extractivas	10	13,87	19	17,8	10,1	9,9	
Metalurgia no Férrea	71	77,48	83	85,9	95,1	97,9	
Construcción de Medios de Transporte	24	40,02	40	39,8	38,2	42,9	
Máquinas y Transformados Metálicos	163	153,77	171	185,8	215,5	213,5	
Alimentación, Bebidas y Tabacos	56	49,23	66	65	64,2	60,3	
Textil, Cuero y Calzado	14	8,85	14	14,1	14,2	12,5	
Resto de Industria	56	63,44	90	103,4	100	102,6	
TOTAL	2.062	1.941,43	2123	2170	2391,9	2.442,9	

CUADRO A.2

VAB REAL (1.000 € 1982)

Sector	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Siderurgia y Fundición	659358,3595	676174,9665	627286,8272	600302,1388	545262,2663	500330,1761	586366,9821
Cemento	12290,69753	13329,8077	13759,69923	11317,34995	13747,69427	15431,53993	16760,92087
Vidrio	43519,28648	49233,91232	48962,27291	39147,96171	46212,09673	56149,0566	60867,69327
Pasta, Papel y Cartón	134776,9644	139239,2601	119667,0165	118017,0412	129035,7671	121174,6344	123767,5444
Derivados del Caucho y Neumáticos	176931,9534	163165,0457	177743,0476	185931,111	196405,7444	197195,7291	218811,856
Química	185322,0824	175107,9344	188060,835	195074,9521	216266,6636	231692,8711	254020,2598
I. Extractivas	21017,39329	26832,0433	31211,82685	28397,12339	25548,19684	29286,5893	33115,92997
Metalurgia no Férrea	46368,08385	47952,36093	60424,7085	57041,02583	58792,15889	65422,17881	80129,72129
Construcción de Medios de Transporte	373228,5168	352177,8109	283459,2172	251730,5459	234229,8754	225896,214	254544,5029
Máquinas y Transformados Metálicos	1348755,304	1286107,408	1091897,123	1103286,391	1095407,995	1126161,19	1187439,151
Alimentación, Bebidas y Tabacos	208394,9371	222934,5169	198632,1669	188728,418	202444,8954	205627,4159	220529,8048
Textil, Cuero y Calzado	59740,60318	57669,62698	41195,20906	43387,3494	45308,59312	48549,41364	44641,31809
Resto de Industria	270858,1251	273003,7843	244577,427	237037,0382	233404,8259	237202,9348	259446,28
TOTAL	3540562,307	3482928,478	3126877,377	3059398,447	3042066,773	3060119,944	3340441,965

Sector	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Siderurgia y Fundición	633819,4799	602954,0044	556176,5093	489938,7514	518292,3043	565048,3112	638009,9242
Cemento	16988,20765	19682,365	19267,3256	19925,75201	22178,1118	23473,71391	27251,75145
Vidrio	58553,94438	58445,54189	56244,0675	56783,49963	61429,90894	66004,33317	69921,94491
Pasta, Papel y Cartón	117404,6249	118576,6132	119594,5891	117039,205	126319,0804	127973,0621	142204,8876
Derivados del Caucho y Neumáticos	223928,9823	226095,3002	228977,6035	245777,4811	255685,6555	290286,1073	296610,1095
Química	245780,6911	260651,5674	272694,2815	287770,7941	292771,8443	306767,556	276924,7541
I. Extractivas	36675,9411	36285,18412	38717,97075	42166,08375	43595,27028	56524,30729	34882,10132
Metalurgia no Férrea	66070,73138	62262,39017	54443,79612	56612,08634	57355,46774	64468,54829	77148,26837
Construcción de Medios de Transporte	276467,0177	293276,2221	305740,0682	306214,2942	262780,9443	284048,0497	303370,9053
Máquinas y Transformados Metálicos	1287002,59	1253610,034	1262576,218	1268861,985	1191183,273	1308152,851	1450086,683
Alimentación, Bebidas y Tabacos	193970,1624	193601,513	201545,2475	199827,1361	200417,3366	210598,5222	202334,7983
Textil, Cuero y Calzado	49002,99485	46209,17471	46237,14198	46731,84688	46126,54937	47620,05339	44666,37873
Resto de Industria	275030,2144	276511,9629	279691,3155	278323,35	270086,9114	289952,1554	302609,3017
TOTAL	3480695,582	3448161,874	3441906,135	3415972,266	3348222,658	3640917,571	3866021,809

Sector	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Siderurgia y Fundición	568700,473	592787,2564	645907,1558	669631,552	766927,2678	775966,9667
Cemento	30985,40046	32447,45236	35479,38827	38138,4439	41060,55661	42127,50371
Vidrio	69613,40906	76034,66277	88888,96708	96402,46561	89213,15719	87086,02037
Pasta, Papel y Cartón	141029,9468	154115,6923	169885,1548	168360,7673	165261,9455	195943,3542
Derivados del Caucho y Neumáticos	282111,3133	283409,6059	321718,7687	342605,5164	361442,12	365518,1296
Química	320313,5973	345497,1755	385723,7999	443681,7211	365826,1363	345589,9699
I. Extractivas	73352,7789	53695,41456	54292,5639	70115,37029	57476,59425	90777,6904
Metalurgia no Férrea	71350,7855	76456,28793	79643,14537	84200,49024	115663,2191	124166,2054
Construcción de Medios de Transporte	371769,5237	415143,2961	430941,6037	425881,7478	482530,8605	503337,6189
Máquinas y Transformados Metálicos	1525778,146	1700190,086	1859603,164	1977516,603	2209425,454	2226757,759
Alimentación, Bebidas y Tabacos	186848,5515	189663,7735	211023,5116	217596,9052	243968,8311	235174,4866
Textil, Cuero y Calzado	42327,50195	42390,12247	40659,44786	40924,79903	47483,50167	51233,63003
Resto de Industria	307660,4135	333308,0285	364124,3646	391402,3786	420457,8006	435794,3425
TOTAL	3991841,841	4295138,855	4687891,036	4966458,76	5366737,445	5479473,677