

# Dependencia petrolífera y efectos de los shocks del petróleo en España

## Oil Dependence and Effects of Oil Shocks in Spain

Marta Fernández Redondo (\*) y Julio Herrera Revuelta (\*\*)

### Resumen

Las perturbaciones de los precios del petróleo inciden en la actividad económica a través del sector exterior y de la interacción entre oferta y demanda. Sin embargo, niveles distintos de dependencia importadora de petróleo y de intensidad petrolífera así como la especialización productiva de las economías hace que el efecto de un aumento de los precios del crudo sobre el crecimiento pueda variar entre países. El objetivo de este trabajo trata de relacionar la especialización productiva de distintos países de la UE con el grado de dependencia petrolífera que presentan. La metodología de análisis parte de la información recogida en las Tablas Input-Output de los países seleccionados de la Unión Europea.

**Palabras clave:** comercio, dependencia petrolífera, especialización productiva, Input-Output, Unión Europea.

### Abstract

Shocks in oil prices affect economic activity through the external sector and the interaction between supply and demand. However, different levels of oil imports dependence and intensity, and the economies specialization, makes the effect on growth of an increase in oil prices vary against countries. The aim of this paper is trying to relate the productive specialization of different countries of the EU with the degree of dependence on oil. The methodology begins with the analysis of the information contained in the Input-Output table of selected countries to compare the productive specialization of the economies and analyze their different degrees of dependence on oil. In addition, the input-output model of W. Leontief allows us to simulate the effects of an increase in oil prices, seen as import natural resource, on productive activity.

**Key words:** trade, oil dependence, productive specialization, Input-Output, European Union

**JEL:** F10, F14, Q43

(\*) Universidad de A Coruña  
Dpto. Economía Aplicada I  
Campus de Elviña 15071 A Coruña  
Email: [marta.fredondo@udc.es](mailto:marta.fredondo@udc.es) tfno.: 981167000

(\*\*) Universidad de Valladolid  
Dpto. de Fundamentos del Análisis Económico  
Avda Valle Esgueva 6, 47011 Valladolid  
Email: [jherrera@eco.uva.es](mailto:jherrera@eco.uva.es) tfno: 983184427

**Área Temática:** Comercio e Inversión  
**Comunicación**

## 1. INTRODUCCIÓN

El debate sobre la dependencia petrolífera de la economía española, y del efecto de la subida de los precios del petróleo en los mercados internacionales sobre la economía parecía haber quedado eclipsado con la crisis financiera, pero el impacto de la factura petrolífera sobre la balanza por cuenta corriente parece abrir el debate de nuevo. Se ha extendido la idea de que España tiene una dependencia petrolífera superior a la media de los países de la Unión Europea, y que en un contexto de pico del petróleo, con importaciones cada vez más caras, eso generará problemas adicionales de ajuste del sector exterior y de crecimiento futuro de la economía.

Si bien es cierto que la economía española tiene una dependencia de las importaciones de petróleo muy elevada debido a que la producción nacional es prácticamente inexistente, no es menos cierto que el resto de las economías de la Unión Europea, con la excepción del Reino Unido y Holanda son igualmente dependientes de las importaciones de petróleo que España. Por tanto, la pregunta que debemos responder es ¿qué hace a España<sup>1</sup> más dependiente del petróleo que, por ejemplo Alemania?

Casualmente en la UE 15 son los países mediterráneos los más dependientes del petróleo, frente a los del norte donde la climatología es peor, y el uso de hidrocarburos para calefacción debería ser mayor. Por tanto, la respuesta debe buscarse en la especialización sectorial, y en el uso de tecnologías más eficientes en dichos sectores. La causa genera diferentes respuestas: si es la especialización sectorial la solución a medio plazo es complicada y requiere un cambio productivo, mientras que si es la ineficiencia se requerirá un mejor uso de las tecnologías disponibles ahorradoras de hidrocarburos. Por tanto, habrá que buscar la intensidad energética sectorial y su eficiencia para reducir la dependencia de los hidrocarburos.

En este trabajo no hemos planteado los siguientes objetivos. En primer lugar, detectar los sectores clave energéticos de las economías seleccionadas. En segundo lugar, analizar la incidencia particular que tienen en el crecimiento y en la utilización de recursos energéticos las diferentes estructuras sectoriales de los países. Por último, aprovechando las posibilidades que ofrece el modelo I-O, se analizará los efectos sobre la producción de un incremento de un 10% en el precio de las importaciones de crudo (rama c23). En este último punto se presentan los datos obtenidos para España con datos de la TIO de 2005 (OCDE).

El trabajo lo hemos estructurado de la siguiente forma. En el apartado siguiente hacemos un resumen de la literatura en este tema, centrándonos en el tema de la dependencia petrolífera y el impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento de la economía. En el tercer apartado explicamos la metodología de las tablas IO aplicables a este caso, para posteriormente comentar los resultados en términos de dependencia y el efecto de un aumento del precio de las importaciones de petróleo. Terminamos con las perceptivas conclusiones.

## 2. ANTECEDENTES EN LA LITERATURA

Los efectos del petróleo sobre la actividad económica de un país han sido estudiados desde tres puntos de vista diferentes. En primer lugar a través de los efectos que una perturbación en los precios del petróleo tiene sobre la actividad

---

<sup>1</sup> En el mismo grupo se encontrarían Irlanda, Grecia y Portugal y algo más distanciada Italia.

económica. En segundo lugar, otros estudios se han centrado en el estudio de la dependencia petrolífera de los países, básicamente para reducir los efectos sobre la balanza comercial, de un lado, y asegurar el abastecimiento de petróleo por otro ante problemas políticos en alguno de los países exportadores.

Un tercer punto de estudio y que agruparía los otros dos es la existencia del llamado pico del petróleo. La existencia de un máximo de producción de petróleo ante una demanda creciente generará un aumento de precios continuo para ajustar la demanda a la oferta. Si además, como es esperable, la oferta empezara a decrecer, los aumentos de precios y la caída de la demanda subsiguiente será todavía mayor, repercutiendo de forma negativa en el crecimiento de los países.

El primero y el tercero de los trabajos de investigación están íntimamente relacionados si bien, en el primero de los casos, no se supone una caída en el abastecimiento sino perturbaciones temporales, que es lo ocurrido históricamente, y cuyos efectos pueden ser absorbidos a medio plazo.

El segundo aspecto lo que nos mediría, es el impacto asimétrico que tienen esas perturbaciones en los precios del petróleo en las diferentes economías debido a la climatología, especialización sectorial, capacidad y productividad de la economía para pagar el impacto en las balanzas, etc. Para ello se utilizan medidas de la intensidad energética de la economía, que nos darían una medida indirecta de la dependencia, asumiendo que cuanto mayor es dicha intensidad mayor es el impacto de las perturbaciones.

A continuación revisaremos de forma resumida el estado de la cuestión en cada uno de los enfoques.

## **2.1 Los efectos de las perturbaciones de los precios del petróleo**

Los efectos del petróleo sobre la actividad económica han sido ampliamente estudiados por diversos autores y de diferentes formas. En esta línea se ha discutido si el crecimiento económico se ve fuertemente afectado por las perturbaciones en los precios del petróleo o si esa relación es pequeña en la actualidad respecto de lo que era en el pasado. En este sentido, se han utilizado diferentes tipos de modelos económicos para estudiar dicha influencia, proporcionando un mayor efecto cuanto mayores son las rigideces nominales de la economía para ajustarse a la perturbación. Un exhaustivo resumen sobre los efectos de las perturbaciones de los precios del petróleo sobre la actividad económica lo podemos encontrar en Hamilton (2012) y Killian (2008).

En casi todos los casos el estudio empírico se ha centrado en la metodología VAR, estimando dos ecuaciones, con diferentes medidas sobre la perturbación en los precios. Hamilton, encuentra que el efecto de un aumento del 10% en el precio del petróleo produce una caída en la tasa de crecimiento de la economía de Estados Unidos del 0,5%. Este resultado es mayor del que se desprende cuando se estudia los efectos de las elasticidades de oferta y demanda de productos petrolíferos, lo que centra el debate sobre los mecanismos de transmisión de la perturbación a la economía.

Respecto a los efectos en otros países, en especial países europeos, también se encuentra una relación entre las perturbaciones en los precios del petróleo y el crecimiento económico, medido este de forma directa o indirecta a través de variables como la tasa de inflación, los tipos de interés reales, o la tasa de desempleo. Entre estos trabajos podemos citar los de Tovar-Jalles (2009) para el caso de Francia, Gómez-Loscos, Montañés y Gadea (2011) para el caso de España,

Löchel y Oberndorfer (2009) para Alemania, y Juncal Cuñado y Pérez García (2003) para la UE, entre otros.

Todos encuentran que dicha relación sigue existiendo, aunque en menor medida que en la época de los 70. Como analizaremos más adelante esto es debido a una menor dependencia del uso del petróleo en la economía como fuente de energía. La cuestión que se plantea en este tipo de trabajos es el análisis de únicamente el petróleo, puesto que este ha sido sustituido en la mayoría de los países avanzados por el gas natural en las calefacciones y en la producción de energía eléctrica. El problema es que el gas natural y el petróleo están fuertemente correlacionados tanto en la producción como en los precios, y posiblemente el estudio conjunto de ambas fuentes de energía produjera resultados diferentes a los obtenidos en estos trabajos.

## 2.2 La dependencia energética

Dada la estrecha relación entre el uso de la energía y la tasa de crecimiento, la dependencia energética ha sido profusamente estudiada en la literatura tanto económica como desde otros puntos de vista, físicos e ingenieros entre otros. Una parte de estos trabajos se centran en obtener una medida de la intensidad energética de la economía, medida como TBep/PIB, de forma genérica tratando el petróleo como una fuente de energía más. La demanda de gas y petróleo y su intensidad se tratan más desde el efecto ambiental que tienen las emisiones de CO<sub>2</sub> que por su coste.

La relación entre uso de la energía y crecimiento económico ha sido profusamente contrastada empíricamente desde el punto de vista de la causalidad, tanto de forma bivariante como multivariante, y con casi todas las técnicas econométricas disponibles. Tal extensión de trabajos empíricos puede verse en Karanfil (2009)<sup>2</sup>.

En este aspecto de la dependencia energética es donde juega un papel más importante la tablas IO, ya que permiten la obtención de datos desagregados de los diferentes sectores productivos. El uso de las tablas IO en el estudio de la dependencia energética y las posibilidades de uso han sido ya recomendadas por, por ejemplo, Hsu (1989), Hawdon y Pearson (1995), Henry (1995). Y han sido usadas para contrastar la dependencia energética en determinados países por, entre otros, Christie (2007), Arbex y Perobelli (2010), también se han utilizado como medida de la intensidad energética en diferentes países, como por ejemplo, en Alcántara y Padilla (2003), o como comparación entre España y la UE 15 en Mendiluce et al. (2010), Mendiluce (2010). En este sentido y para el caso de España, donde se importa la mayoría de la energía que se consume, la intensidad energética es una medida indirecta de la dependencia energética.

En este trabajo, no abordamos la intensidad energética total sino solamente la del petróleo y gas natural. Para estos productos la dependencia energética española y europea es total (salvo excepciones) y la posibilidad de la existencia de un “pico” del petróleo adquiere una especial relevancia. Utilizando la tablas IO de 2005, identificamos la especialización productiva de las economías, y como esa especialización productiva influye o no en una mayor intensidad en el uso de hidrocarburos en la economía española y en los países OCDE seleccionados, y

---

<sup>2</sup> En este sentido se estiman Vectores de Autorregresión (modelos VAR) en los que se incluyen como variables el PIB y la Energía, en los bivariantes; o el PIB la Energía y otras variables como el desempleo, los tipos de interés, la tasa de inflación, etc en los multivariantes.

evaluamos el impacto de un aumento del precio de dichos hidrocarburos en el crecimiento económico.

### **3. LAS TABLAS INPUT-OUTPUT Y LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA**

#### **3.1 El marco Input-Output y la OCDE.**

Los agentes que participan en un sistema económico establecen relaciones que los hacen interdependientes y que deben quedar reflejadas en las estadísticas de forma que puedan ser objeto de estudio, en la Contabilidad Nacional, parte de estas relaciones de la economía (relaciones interindustriales) quedan registradas en las Tablas Input-Output (TIO).

La modelización de las tablas se ha utilizado frecuentemente para profundizar en el conocimiento estructural de una economía, basándose en el cálculo de relaciones no observables directamente. También ha favorecido la realización de simulaciones y predicciones sobre los efectos de impactos externos en el sistema económico (por ejemplo un cambio en los precios o en la demanda de determinados bienes o servicios) así como para realizar estudios de dependencia intersectorial.

Las tablas input-output utilizadas en este trabajo son las facilitadas por la OCDE<sup>3</sup>, con datos de 2005, con una desagregación del entramado productivo nacional en 37 ramas de actividad: una rama de producción primaria, 20 ramas industriales (energéticas y manufactureras), Construcción y 15 ramas del sector servicios. Para cada rama, la matriz de transacciones o consumos intermedios nos indica la rama de origen de los consumos intermedios efectuados y el carácter local o importado de los mismos (esquema 1).

Para realizar el análisis comparativo posterior hemos seleccionado 5 países: España, Francia, Alemania, Italia y EEUU. A su vez, los datos recogidos en una tabla Input-Output facilitan una información fundamental para un análisis posterior como es la procedencia de los inputs intermedios así como al destino de los consumos intermedios. Dependiendo de los objetivos del análisis, se podrá trabajar a partir de una tabla "con importaciones" (Tabla I-O total) y de otra "sin importaciones" (Tabla I-O interior).

---

<sup>3</sup> OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts ( <http://stats.oecd.org/> )

Esquema 1. Resumen de la TIO (OECD, Structural Analysis (STAN) Databases)

Country	Spain		
Period	period mid-2000s		
Currency	US dollar, million		
	Total Intermediate Consumption	Final Demand	TOTAL OUTPUT
sector 1.....j.....n			
<b>INTI Intermediate consumption / Final use at purchasers prices</b>	C <sub>ij</sub>	D <sub>i</sub>	X <sub>i</sub>
<b>VALU Value added at basic prices</b>	VA <sub>j</sub>		
GOPS Gross Operating Surplus			
LABR Compensation of Employees			
OTXS Other taxes, less subsidies, on production			
<b>PROD Gross output (Production) at basic prices</b>	PE <sub>j</sub>		
Imports IMPO	M <sub>j</sub>		
<b>TOTAL INPUT</b>	X <sub>j</sub>		X <sub>i</sub> =X <sub>j</sub>

El equilibrio entre el output total y los consumos intermedios intercambiados para cada rama productiva se resume en la ecuación:

$$\sum_{i=1}^n \hat{a}_{ij} x_{ij} + D_i = x_i \quad (1)$$

De la misma forma, ahora atendiendo a la estructura de costes (por columnas) el equilibrio se muestra en la ecuación:

$$\sum_{i=1}^n \hat{a}_{ij} x_{ij} + F_j = x_j \quad (2)$$

### 3.2 Coeficientes técnicos directos y totales. La especialización productiva.

El análisis input-output permite numerosas y muy distintas aplicaciones. La hipótesis común a la mayoría de ellas es que la estructura productiva de cada sector se puede representar por una tecnología de coeficientes técnicos (fijos) y rendimientos constantes de escala, conocida también como función de producción de Leontief. Esta hipótesis y la noción de que los productores minimizan el coste de

producción permiten especificar los coeficientes fijos de cada sector utilizando la información sobre flujos entre ramas y pagos a los factores primarios que proporciona una tabla input-output.

Los coeficientes técnicos así estimados pueden emplearse para analizar las interdependencias sectoriales, estimar el efecto de variaciones en el vector de demandas netas de bienes y servicios sobre los niveles de producción sectorial y calcular el impacto de alteraciones en los precios de los factores o los precios de las importaciones sobre los precios de los bienes y servicios producidos.

Con el simbolismo de Leontief, la función lineal se inscribe como:

$$x_{ij} = a_{ij} X_j$$

A partir de esta función de producción podemos interpretar el coeficiente técnico  $a_{ij}$  como la cantidad (tanto por uno) de input que requiere el sector  $j$  del sector  $i$  para producir una unidad<sup>4</sup>. Los elementos  $a_{ij}$  son los conocidos coeficientes de producción y pueden considerarse como un reflejo del nivel de tecnología existente en el sistema económico. La matriz de coeficientes técnicos  $A$  indica el impacto directo asociado a la expansión de un sector, y sirve también como un primer criterio para detectar los sectores clave de una economía y como un indicador de productividad.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & a_{nn} \end{pmatrix} \quad a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

$a_{ij}$ : Coeficiente técnico de producción, que toma valores entre 0 y 1.

$x_{ij}$ : Elemento de la matriz de transacciones intermedias, las compras de inputs intermedios que el sector  $j$  hace al sector  $i$ .

$X_j$ : Producción total del sector  $j$  (Inputs Intermedios <sub>$j$</sub>  + VABpm <sub>$j$</sub>  + Importaciones equivalentes).

Una información adicional que puede suministrar una tabla input-output es la de *coeficientes de mercado o de distribución* y se expresan como el cociente (en tanto por uno) entre el output total (producción) del bien  $j$  y la producción de la rama  $i$ . El coeficiente de distribución toma valores entre 0 y 1 y se calcularía como:

$$b_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i}$$

---

<sup>4</sup> Esta expresión equivale a una *hipótesis de proporcionalidad* entre las variaciones de cada uno de los inputs ( $x_{ij}$ ) y las variaciones en el nivel de output de cada sector ( $X_j$ ) a través de una constante ( $a_{ij}$ ). Es decir, se supone que la combinación de los distintos factores productivos permanece constante en el tiempo y por tanto no pueden sustituirse entre sí.

siendo  $x_{ij}$  las ventas de consumos intermedios que el sector  $i$  hace al sector  $j$  y  $X_i$  la producción total del sector  $i$ . El coeficiente  $b_{ij}$  pasa a ser el elemento genérico de la matriz de coeficientes de mercado o de distribución  $B$ .

El modelo propuesto por Leontief introduce la hipótesis simplificadora de que la producción de cada sector necesita unas cantidades fijas tanto de productos intermedios suministrados por otros sectores como de inputs primarios (trabajo capital).

Sustituyendo  $x_{ij} = a_{ij} X_j$ , adecuadamente en (1) nos permite llegar al modelo de demanda de Leontief para una economía abierta:

$$X = [I - A]^{-1} D$$

Designando por  $X$  el vector columna de los outputs totales, por  $D$  el vector columna de la Demanda Final,  $I$  es la matriz identidad y  $A$  la matriz de coeficientes técnicos. La utilidad del modelo de demanda ayuda a responder, mediante el supuesto de determinadas hipótesis, qué producciones (output) de cada rama son necesarias para satisfacer una demanda final dada, determinada exógenamente.

La matriz inversa de Leontief cuantifica, por tanto, la capacidad de las distintas ramas de actividad para difundir a lo largo del tejido productivo el incremento de una unidad en la demanda final de la rama  $j$ -ésima. Es decir, los *efectos de arrastre hacia atrás* (efecto difusión) de cada rama  $j$  sobre el conjunto de la economía medido a través del multiplicador de demanda  $\alpha_j$ :

$$\alpha_j = \sum_{i=1}^n \hat{a}_{ij} z_j$$

De forma similar, también se pueden medir los efectos que recibe una rama  $i$  del conjunto de la economía por las necesidades que el conjunto tiene de los productos de la rama en cuestión o *efectos de arrastre hacia delante*<sup>5</sup> (efecto absorción). Este efecto se mide a través del multiplicador de una expansión uniforme

de la demanda final  $d_i = \sum_{j=1}^n \hat{a}_{ij} z_j$

### 3.3 Análisis de resultados. Especialización productiva.

Para calcular la especialización productiva a través de los sectores clave o estratégicos para cada economía se han tomado las tablas IO incluyendo las importaciones que realiza cada estructura productiva. Se han calculado los efectos directos a través de los coeficientes de producción y de distribución. También se determinan los efectos totales ya que, como consecuencia de la interdependencia

---

<sup>5</sup> El planteamiento como tal, se acuñó a partir de la noción de eslabonamiento propuesta por Hirschman (1958), que nace en respuesta a los tipos de interdependencia que existen entre los sectores de una economía. En este sentido, establece que un sector presenta fuertes encadenamientos hacia atrás (*backward linkages*) si demanda gran cantidad de inputs del resto, de manera que induce el desarrollo de otras actividades; por otra parte, un sector presenta fuertes encadenamientos hacia delante (*forward linkages*), si del desarrollo de su actividad se logran productos que utilizarán otras ramas para su proceso productivo.



del sistema productivo, cada rama se relaciona con las demás no sólo de forma directa, sino también indirectamente. A continuación se presentan los resultados para cinco países de la OCDE: España, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos.

La **tabla 1** resume los sectores que presentan valores superiores a la media respectiva nacional tanto como consumidores o demandantes de consumos intermedios (coeficientes de producción) así como sectores proveedores de producción intermedia (coeficientes de distribución) por unidad de producción.

En la **tabla 2** se muestran las 15 ramas de actividad más relevantes calculadas a través de la matriz inversa de Leontief  $(I-At)^{-1}$ . La primera conclusión a la que llegamos es que estamos ante cinco economías con una especialización productiva similar tal y como corresponde a economías industrializadas desarrolladas.

A modo de resumen, los sectores más vinculados con el resto de actividades como demandantes de inputs (incluidos de importación) por unidad de producción son: Fabricación de vehículos a motor; Metales básicos; Coke, petróleo refinado; Química y productos químicos, Alimentación, bebidas y tabaco y Transporte. También se podrían incluir Maquinaria de oficina y computación (Alemania y EEUU), Otros equipos de transporte (Francia e Italia) y Equipos de radio y televisión (España).

Los sectores que más tendrán que incrementar su producción como consecuencia de un incremento en la demanda final de la economía en su conjunto también coinciden para las cinco economías seleccionadas: Servicios anexos a empresas, Transporte, Comercio, Coke y petróleo refinado, Química y productos químicos y Servicios financieros. Ampliando la lista Metales básicos (España), Minería (Italia y EEUU), Servicios a la comunidad, sociales y personales (EEUU).

Dado que nuestro objetivo es detectar aquellos sectores que presenten una mayor dependencia de recursos energéticos petrolíferos, pasamos a continuación a calcular un coeficiente de intensidad energética y uno de consumo energético tomando como referencia la rama c23. Coke, refino de petróleo y fuel nuclear, según la OCDE.

Tabla 1. Especialización productiva. TIO (2005): España, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos.

coeficientes técnicos de producción	ES, FR, AL, IT, EEUU	coeficientes de distribución
C15T16 Food products, beverages and tobacco		C01T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing
C17T19 Textiles, textile products, leather and footwear		C10T14 Mining and quarrying
C20 Wood and products of wood and cork		C20 Wood and products of wood and cork
C21T22 Pulp, paper, paper products, printing and publishing		C21T22 Pulp, paper, paper products, printing and publishing
<b>C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel</b>		<b>C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel</b>
C24 Chemicals and chemical products		C24 Chemicals and chemical products
C25 Rubber and plastics products		C25 Rubber and plastics products
C26 Other non-metallic mineral products		C26 Other non-metallic mineral products
C27 Basic metals		C27 Basic metals
C28 Fabricated metal products except machinery and equipment		C28 Fabricated metal products except machinery and equipment
C29 Machinery and equipment n.e.c		C31 Electrical machinery and apparatus n.e.c
C30 Office, accounting and computing machinery		<b>C40t41 Electricity, gas and water supply</b>
C31 Electrical machinery and apparatus n.e.c		C60T63 Transport and storage
C32 Radio, television and communication equipment		C64 Post and telecommunications
C33 Medical, precision and optical instruments		C65T67 Finance and insurance
C34 Motor vehicles, trailers and semi-trailers		C71 Renting of machinery and equipment
C35 Other transport equipment		C72 Computer and related activities
C36T37 Manufacturing n.e.c; recycling		C73 Research and development
C45 Construction		C74 Other Business Activities
C60T63 Transport and storage		

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts (<http://stats.oecd.org/>)

Tabla 2. Efectos de arrastre hacia atrás y hacia delante. TIO (2005): España, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos.

Total(Backward linkage)		Total (Forward linkage)
C01T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing EEUU		C01T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing FRANCIA
C10T14 Mining and quarrying ALEMANIA		C10T14 Mining and quarrying
C15T16 Food products, beverages and tobacco		C15T16 Food products, beverages and tobacco ITALIA
C17T19 Textiles, textile products, leather and footwear		C21T22 Pulp, paper, paper products, printing and publishing
C20 Wood and products of wood and cork		<b>C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel</b>
C21T22 Pulp, paper, paper products, printing and publishing ITALIA		C24 Chemicals and chemical products
<b>C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel</b>		C25 Rubber and plastics products
C24 Chemicals and chemical products		C27 Basic metals
C25 Rubber and plastics products	<b>ES, FR, AL, IT, EEUU</b>	C28 Fabricated metal products except machinery and equipment
C27 Basic metals		C29 Machinery and equipment n.e.c
C28 Fabricated metal products except machinery and equipment		<b>C40t41 Electricity, gas and water supply</b>
C29 Machinery and equipment n.e.c FRANCIA ALEMANIA		C45 Construction
C30 Office, accounting and computing machinery		C50T52 Wholesale and retail trade; repairs
C31 Electrical machinery and apparatus n.e.c		C60T63 Transport and storage
C32 Radio, television and communication equipment		C64 Post and telecommunications
C34 Motor vehicles, trailers and semi-trailers		C65T67 Finance and insurance
C35 Other transport equipment		C70 Real estate activities FRANCIA
C36T37 Manufacturing n.e.c; recycling		C72 Computer and related activities ITALIA
C45 Construction		C73 Research and development FRANCIA

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts (<http://stats.oecd.org/>)

## 4. DEPENDENCIA E INTENSIDAD ENERGÉTICA

### 4.1 Indicadores de dependencia energética

La intensidad energética puede medirse con diferentes indicadores, tanto físicos (energía por unidad física de producto), como monetarios (energía por euro de producto). En nuestro caso, dado que a partir de las TIO no se puede trabajar con Tep, kep, etc. se ha calculado la intensidad energética a partir de las dependencias de recursos energéticos que presentan las ramas de actividad para poder producir una unidad de output (para nosotros Producción efectiva ya que está más directamente relacionada con los recursos empleados en el proceso de fabricación). Véase los resultados en la **Tabla 3**.

La dependencia energética que tienen los países seleccionados queda reflejada en el déficit exterior de este recurso sobre el total del PIB. Con datos de 2005, el saldo importador de recursos energéticos ha sido de 0.98% del PIB para EEUU y Alemania, déficit que asciende a 1.73% del PIB de Italia o a 1.49% en el caso de España.

Esta dependencia de recursos del petróleo de importación también se confirma si tomamos la producción total de la rama c23 (producción interior más importaciones netas de exportaciones del sector), tanto sobre el PIB como en dólares per cápita. La producción total en dólares es claramente inferior en España respecto al resto de países analizados (28.6 mil millones de \$ respecto a un valor de la producción total de Petróleo y derivados de 429.2 mil millones de \$ en Estados Unidos). Es decir, una producción total neta de exportaciones casi la mitad que sus socios europeos y 15 veces menos que EEUU. Sin embargo, estos resultados mejoran al ponderar por el PIB o por la población ya que España presenta unos datos más bajos que el resto de los países analizados en las dos variables.

También hemos analizado el ratio de importación intermedia como el cociente entre la producción intermedia de importación sobre el total de demanda intermedia para cada sector (TIO datos totales):

$$\text{Ratio de inputs de importación} = \frac{x_{ij}^m}{\bar{a}_{ij} x_{ij}}$$

En este caso, España ocupa el segundo lugar después de Alemania en cuanto a importaciones de recursos energéticos petrolíferos respecto al total nacional de consumos intermedios (38% y 42% respectivamente) reflejándose una vez más la dependencia de recursos energéticos de importación. El último puesto lo ocupa EEUU donde destaca el autoabastecimiento que presenta de esta fuente de energía.

Tabla 3. Dependencia e intensidad energética. Datos comparativos, 2005. Rama de actividad C23: *Coke, refined petroleum products and nuclear fuel*.

en millones de \$ USA, 2005	<b>ESPAÑA</b>	<b>FRANCIA</b>	<b>ALEMANIA</b>	<b>ITALIA</b>	<b>EEUU</b>
<b>PIBpm (VABpb+Tnetos s/P<sup>o</sup>)</b>	1.033.827	1.981.137	2.662.734	1.644.847	12.421.885
<b>Población (en miles)</b>	43.398	62.958	82.464	58.607	296.229
<b>Saldo neto externo (X-M)</b>	-130.924	-65.491	41.825	-40.712	-527.454
<b>Producción interior (PE) C23</b>	13.212	24.030	25.388	16.318	307.544
<b>EXPORT C23</b>	9.283	13.376	21.481	10.174	24.470
<b>IMPORT C23</b>	24.704	38.097	47.685	38.596	146.208
<b>(Prod. Interior+M-X)C23</b>	28.633	48.752	51.593	44.740	429.281
<b>(Prod. Interior+M-X)C23/PIB</b>	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
<b>(Prod. Interior+M-X)C23 p.c. en \$</b>	659,78	774,35	625,64	763,39	1.449,15
<b>(X-M)C23/PIB en %</b>	-1,49	-1,25	-0,98	-1,73	-0,98
<b>Inputs C23 de importación (ratio)</b>	0,38	0,31	0,42	0,23	0,13
<b>Importaciones contenidas en las exportaciones C23 (ratio)</b>	0,76	0,69	0,76	0,75	0,38

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts (<http://stats.oecd.org/>)

Otra forma de analizar la dependencia petrolífera que padecen las economías es a través del ratio de importaciones contenidas en las exportaciones ya que, en algunos casos, se podría estar mejorando la posición deficitaria en la balanza energética gracias a los ingresos derivados de las exportaciones de este producto dejando en evidencia el grado de especialización vertical, en nuestro caso, especialización en refino de petróleo. La contribución que las importaciones hacen sobre el total de exportaciones de bienes y servicios se calcula como:

$$\text{Importaciones contenidas en las exportaciones} = u A_m (I - A_d)^{-1} \frac{EX}{\hat{a} EX}$$

Siendo  $u$  un vector (1xn) donde sus elementos son iguales a 1,  $A_m$  y  $A_d$  son las matrices (nxn) de transacciones de importación y de producción nacional respectivamente,  $I$  es la matriz identidad y  $EX$  es el vector (nx1) de exportación<sup>6</sup>.

El análisis de este ratio indica que Alemania, España e Italia son los tres países con una contribución mayor de importaciones de petróleo contenidas en las exportaciones del mismo recurso energético. EEUU ocupa el último lugar dentro de

<sup>6</sup> Ver en OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts

los países seleccionados (también es el único país con producción propia de petróleo).

## 4.2 Coeficientes de intensidad y de consumo energético.

En este apartado de nuestro trabajo pasamos a describir los coeficientes de intensidad y consumo energético que vamos a utilizar para detectar aquellas actividades productivas más fuertemente vinculadas con la producción de recursos energéticos del petróleo y derivados. Antes de continuar queremos recordar que no vamos a utilizar una tabla de balance energético en kilos de petróleo equivalente y similares (kept) tal y como es habitual en los estudios sobre intensidad energética. Nuestro interés es no perder de vista la cadena de producción que se forma alrededor de la rama energética seleccionada y aprovechar la información sectorial de la TIO y su potencial de análisis.

La intensidad energética se define habitualmente como un parámetro que refleja la relación entre el consumo de energía en unidades físicas y el PIB a precios constantes. Así, para reflejar todo el consumo de petróleo realizado en el proceso productivo (37 ramas de actividad) se calcula la intensidad petrolífera del output total como el consumo de petróleo en unidades físicas por unidades monetarias de producción:

$$r_{ej} = \frac{X_{ej}}{X_j}$$

donde  $r_{ej}$  es el coeficiente de consumo energético (cantidad directa de recursos petrolíferos consumidos por la rama  $j$  para producir una unidad monetaria de producto);  $x_{ej}$  son las cantidades de productos energéticos que demanda y consume la rama  $j$  a la rama  $e$  en su proceso productivo y  $X_j$  es la Producción efectiva de la rama  $j$ .

En este cálculo se incluyen todos los consumos energéticos de la economía tanto de los sectores transformadores como de servicios, tal como sugiere Mendiluce (2010), y se detectan los sectores más intensivos en recursos petrolíferos por unidad de producción.

De la misma forma, se obtienen los coeficientes de distribución de los recursos energéticos seleccionados hacia el resto de los sectores, ya sea en forma de demanda intermedia o demanda final. Es decir:

$$d_{ej} = \frac{x_{ej}}{X_e}$$

donde  $d_{ej}$  es ahora el coeficiente de distribución o de mercado de recursos energéticos,  $x_{ej}$  es la cantidad de petróleo consumida por el resto de las ramas por unidad monetaria producida por la rama energética seleccionada y  $X_e$  es el output o Producción total de la rama  $e$ .

La diferencia  $1 - \sum_{i=1}^n d_{ej}$ , esta vez leyendo por filas, será el coeficiente de demanda final. En nuestro caso, al tomar la rama c23, este coeficiente no será relevante puesto que se trata de una actividad productiva con una clara orientación hacia la demanda intermedia

La distribución de la producción de recursos petrolíferos se orienta fundamentalmente a abastecer las necesidades de consumos intermedios de las otras ramas de actividad (98%) y solamente un 2% tiene como destino la demanda

final (hogares). Por esta razón creemos que la intensidad energética sectorial queda mejor reflejada calculando el consumo de inputs procedentes de la rama c23 dividido por el total de consumos intermedios de cada sector correspondiente:

$$c_{ej} = \frac{x_{ej}}{CI_j}$$

siendo en este caso  $c_{ej}$  el coeficiente de intensidad energética sectorial,  $x_{ej}$  la cantidad de inputs petrolíferos consumidos en el proceso productivo por  $j$  por unidad de Consumos intermedios.

Lo primero que vamos a determinar son los sectores que se destacan como más intensivos en productos energéticos. Para ello utilizamos dos indicadores desde la perspectiva Input-Output. El primero de ellos es el análisis de los efectos directos a partir de los coeficientes técnicos de consumo y de distribución de recursos energéticos. El criterio que vamos a utilizar para marcar una participación mínima que defina la interrelación sectorial es el coeficiente medio de intensidad energética en recursos petrolíferos calculado como la suma de los coeficientes energéticos sobre el total de Producción Efectiva, ponderado por el número total de ramas. En nuestro caso, se asume que dos sectores están ligados energéticamente si una rama productiva compra a la rama c23 (petróleo) una cantidad igual o superior al umbral de referencia calculado, para cada economía nacional, por unidad monetaria producida.

En la **tabla 4** que se presenta a continuación se ha construido la cadena de producción y distribución de la rama c23 *Coke, productos refinados del petróleo y fuel nuclear*. Los países seleccionados son España, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos, con datos de 2005. En este caso, al igual que en el análisis de la especialización productiva de estas economías, el resultado vuelve a confirmar una dependencia de recursos petrolíferos sectorial común para los países analizados si bien se detectan algunas particularidades.

En resumen, las economías seleccionadas coinciden en que la rama de Transportes es la actividad más intensiva en consumo de petróleo (dejando fuera la propia rama). Otras actividades relevantes son Agricultura, Minería, Electricidad y Química. Las economías con un entramado industrial más denso como Alemania y Estados Unidos incluyen la producción de Metales Básicos y Caucho y plásticos.

Tabla 4. Efectos directos de arrastre hacia atrás y hacia delante. Multiplicadores de demanda y de oferta. TIO (2005): España, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos.

Sectores más intensivos en consumos energéticos del petróleo (direct backward linkages)	Distribución de producción energética por unidad de producción de petróleo (direct forward linkages)
<b>C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel ESPAÑA FRANCIA ALEMANIA ITALIA EEUU</b>	C60T63 Transport and storage ESPAÑA FRANCIA ALEMANIA ITALIA EEUU
C01T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing FRANCIA ALEMANIA ITALIA EEUU	<b>C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel ESPAÑA FRANCIA ALEMANIA ITALIA EEUU</b>
C10T14 Mining and quarrying ESPAÑA FRANCIA ITALIA EEUU	C40t41 Electricity, gas and water supply ESPAÑA FRANCIA EEUU
C24 Chemicals and chemical products ESPAÑA FRANCIA ALEMANIA EEUU	C24 Chemicals and chemical products ESPAÑA FRANCIA ALEMANIA EEUU
C25 Rubber and plastics products ALEMANIA EEUU	C50T52 Wholesale and retail trade; repairs ESPAÑA FRANCIA ALEMANIA ITALIA EEUU
C26 Other non-metallic mineral products ITALIA	C01T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing FRANCIA ITALIA EEUU
C27 Basic metals ITALIA EEUU ALEMANIA	C45 Construction FRANCIA ALEMANIA EEUU
C40T41 Electricity, gas and water supply ESPAÑA FRANCIA EEUU	C74 Other Business Activities FRANCIA ITALIA
C45 Construction EEUU	C90T93 Other community, social and personal services FRANCIA EEUU
C50T52 Wholesale and retail trade; repairs FRANCIA	C25 Rubber and plastics products ALEMANIA
C60T63 Transport and storage ESPAÑA FRANCIA ALEMANIA ITALIA EEUU	C27 Basic metals ALEMANIA ITALIA
C71 Renting of machinery and equipment ITALIA	C26 Other non-metallic mineral products ITALIA
C75 Public admin. and defence; compulsory social security EEUU	C75 Public admin. and defence; compulsory social security EEUU
	C10T14 Mining and quarrying EEUU

C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts ( <http://stats.oecd.org/> )



En segundo lugar se utiliza el coeficiente de intensidad energética que se obtiene como el cociente entre el consumo que se realiza de inputs procedentes de sectores clasificados energéticos con el total de consumos intermedios de cada sector correspondiente. En este caso, se consideran sectores con intensidad energética alta aquellos que presentan un valor superior al 10%, intensidad media entre un 5 y un 10% e intensidad baja con menos de un 5% de dependencia sobre el total de consumos intermedios.

En la **tabla 5** se muestra una selección de los sectores que presentan, para cada economía, las intensidades energéticas altas y medias calculada a partir del coeficiente correspondiente. Los resultados totales en el Anexo I.

Tabla 5. Resumen de actividades con intensidad energética de recursos del petróleo alta y media, en % (2005)

en %	ESPAÑA	FRANCIA	ALEMANIA	ITALIA	EEUU
C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel	<b>21,75</b>	<b>12,45</b>	<b>17,29</b>	7,60	<b>10,07</b>
C60T63 Transport and storage	<b>11,94</b>	9,88	8,18	7,26	<b>17,97</b>
C40T41 Electricity, gas and water supply	<b>11,09</b>	7,74	2,73	3,26	3,22
C24 Chemicals and chemical products	<b>11,00</b>	5,28	6,66	2,41	6,78
C01T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing	3,91	4,89	3,33	4,93	5,22
C10T14 Mining and quarrying	8,45	4,96	1,32	3,53	6,42
C75 Public admin. and defence; compulsory social security	1,44	1,64	1,58	1,37	7,57
Total Intermediate Consumption	2,60	2,49	2,03	1,83	2,99
VA intensidad energética alta y media/VA total	8,55	7,65	6,26	5,7	20,63

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts (<http://stats.oecd.org/>)

Tal y como se dijo antes aquellos valores por debajo del 5% de dependencia son actividades con intensidad petrolífera baja por tanto no se incluyen en la tabla. Si bien a la hora de hacer comparaciones entre países hay que tener en cuenta la densidad de población, el tamaño del país, las temperaturas, la estructura económica, entre otros, el análisis de este coeficiente nos puede servir como orientación ante posibles casos de reestructuración hacia una economía más eficiente. Si bien, en algunos casos hay que tener presente los procesos de descentralización de la producción de carbón o acero fuera del país.

Lo primero que tenemos que decir es que la clasificación en intensidad alta, media y baja con los parámetros señalados se utiliza incluyendo todas las producciones energéticas así consideradas por la CNAE (minería, petróleo, nuclear, electricidad y gas y otras). Sin embargo nosotros solamente tomamos la rama de

actividad de producción de *Coke, refino de petróleo y fuel nuclear*. Posiblemente habría que rebajar los criterios de intensidad pero no lo hemos hecho para reducir el número de actividades con un consumo mayor de recursos petrolíferos por unidad de producción intermedia.

Estados Unidos es el país con un coeficiente de intensidad energética mayor de todos los países analizados, siendo España el que ocupa el segundo lugar e Italia el último. Las actividades que consumen más petróleo (además de la propia rama) son el Transporte, Química y productos químicos y la producción de Electricidad, gas y vapor de agua. En el caso de Estados Unidos se incorpora con una intensidad media el sector de Administraciones Públicas y Defensa dado el peso que tiene el sector militar en el país. Todas las actividades con intensidad alta y media de Estados Unidos suponen el 20% de su valor añadido en 2005. En el otro extremo llama la atención la posición de Italia como la economía con una intensidad petrolífera menor

## 5. EFECTO INDUCIDO DE UN INCREMENTO EN EL PRECIO DE LAS IMPORTACIONES DE PETRÓLEO SOBRE LA PRODUCCIÓN.

Una de las ventajas de trabajar con el modelo de demanda, es que la matriz inversa de Leontief, muestra cuál es el grado de interdependencia de los elementos propios del sistema. Desde las perspectivas anteriores, se hace atractivo el análisis estructural en un contexto *input-output*, ya que permite la individualización de las actividades económicas que inducen al desarrollo.

### 5.1 Metodología

Para poder resolver la relación simultánea entre ramas productivas, partimos del modelo de demanda ya desarrollado en la sección anterior en el que el total de la producción de cada rama, inducida por un determinado valor de la demanda final, puede obtenerse mediante el producto de dicho vector de demanda y la conocida como matriz inversa de Leontief, de acuerdo con una expresión del tipo:

$$X = [I - A]^{-1} D$$

La notación que se utilizará a partir de ahora sigue la línea habitual del cálculo matricial donde los vectores se nombran con letras minúsculas y las matrices con letras mayúsculas.

Partimos de una demanda final exógena para llegar a los valores añadidos sectoriales, es decir, se trata de conciliar la determinación del PIB por el lado de la demanda con la correspondiente a un enfoque por el lado de la producción. Mantenemos la constancia de los coeficientes técnicos y, aprovechando la información que nos ofrecen las tablas I-O se considera separadamente la producción interior y las importaciones (Pulido, 1993).

El modelo de demanda en cantidades, definidos los coeficientes técnicos de producción como:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{w_j}$$

permite calcular la producción efectiva, en notación matricial:

$$w = Aw + Du$$

donde  $w$  es el vector columna de producción efectiva ( $n \times 1$ );  $A$  matriz de coeficientes técnicos ( $n \times n$ );  $D$  matriz de demanda final ( $n \times k$ );  $u$  vector columna unitario ( $k \times 1$ ).

Calculando el vector de demanda final por ramas de actividad  $f$ :

$$f = Du$$

puede expresarse el vector de producción efectiva como:

$$w = (I - A)^{-1} f$$

Utilizando las identidades contables que se cumplen en la tabla input-output tenemos que la producción total nos facilita información sobre la estructura de costes de cada rama de actividad, es decir, la producción efectiva (consumos intermedios requeridos y valor añadido generado) más la producción importada ( $m$ ):

$$x = w + m$$

Por otro lado, la distribución del output total se destina a una demanda de consumos intermedios (expresada en términos de la matriz de coeficientes técnicos) y a una demanda final (consumo final, formación bruta de capital y exportaciones):

$$x = A + f$$

Igualando y despejando  $x$ :

$$w + m = A + f$$

$$w = A + (f - m) = A + f^*$$

Siendo  $f^*$  la demanda final incorporando con signo menos las importaciones, es decir, la demanda agregada o PIB (Consumo final + Formación Bruta de Capital + Exportaciones – Importaciones).

Sustituyendo  $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{PE_j}$  y operando se obtiene el modelo de demanda de Leontief para una economía abierta:

$$w = (I - A)^{-1} f^*$$

A partir de esta expresión podremos estimar los efectos que tendrá una variación en la demanda final neta de importaciones de uno o varios sectores sobre su producción.

La información separada entre datos de producción interior y de producción importada en nuestro caso es esencial, ya que nuestra hipótesis de partida es considerar un incremento en el valor de las importaciones de una rama concreta como consecuencia de una alteración de su precio en un 10%. Por tanto, aplicamos un incremento de 0,1 al valor de las importaciones anotadas en la rama energética c23: *Coke, Petróleo, refino de petróleo y fuel nuclear* y se recalcula la matriz de

transacciones sectoriales importadas para obtener el dato de importaciones, ahora modificadas, y estimar la nueva demanda final ( $f^{*1}$ ) neta de importaciones incrementadas en un 10%.

$$w^1 = (I - A_d^0)^{-1} f^{*1}$$

## 5.2 Análisis de resultados

Para calcular el impacto sobre la producción de un incremento de un 10 por cien en el precio de las importaciones de petróleo se han utilizado las tablas IO con datos totales, las tablas de Importación y la matriz inversa con datos interiores de cada país a analizar.

Se utiliza el tipo de modelización IO bajo hipótesis de permanencia estructural, es decir, se asumen cambios en las variables del sistema (agregados económicos) pero no en los parámetros (no se modifican los coeficientes técnicos). Siguiendo la modelización explicada más arriba se trata de incorporar las importaciones con signo negativo en el valor de demanda final. Al tener dos valores distintos de importaciones, uno el original y el otro modificado por un 0,1, se calculan las demandas finales netas de importaciones. Al utilizar la matriz inversa de Leontief con coeficientes técnicos interiores obtenemos la nueva producción resultado de una demanda final dada exógenamente.

En la **tabla 6** se puede observar el crecimiento negativo sobre la producción que sufren las cinco economías analizadas. El efecto negativo sobre la producción más importante lo tienen España e Italia seguidos de Alemania. En el caso de Francia y Estados Unidos el efecto parece ser menor lo que se puede explicar por un menor grado de dependencia del petróleo como recurso energético. En el caso de Francia se abastece en un 60% de energía nuclear comprobar mientras que Estados Unidos cuenta con recursos propios (autoabastecimiento). España e Italia son los dos países con un déficit petrolífero mayor en porcentaje de su PIB (ver tabla 3).

Tabla 6. Impacto de un incremento de un 10% en el precio de las importaciones de petróleo sobre la producción, en porcentaje.

ESPAÑA	-0,24
FRANCIA	-0,10
ALEMANIA	-0,21
ITALIA	-0,23
EEUU	-0,11

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts (<http://stats.oecd.org/>)

Sin embargo, se nos plantea la duda de si no estarán infravalorados los efectos sobre el crecimiento y que no es tan inmediato interpretar cualquier variación en la demanda neta de importaciones. Si cambia la cantidad importada los efectos se notarán en la demanda final. Por eso creemos que debemos introducir más información al análisis ya que las importaciones totales van destinadas por una parte al consumo intersectorial y por otra a cubrir las necesidades de la demanda final.

La solución pasaría por rehacer el cálculo incluyendo la relación entre demanda e importación utilizando la información desagregada que ofrecen las TIO en cuanto a producción interior y producción importada. Además, se conocen los coeficientes de participación de las importaciones en la demanda final teniendo en cuenta la demanda futura. Para ello se debe construir una matriz diagonal compuesta por las proporciones sectoriales de la demanda abastecida con producción interior sobre la demanda total.

$$f_d^1 = (1 - \hat{m}_f^1) f^1$$

Para solventar el hecho de que no se conoce el nuevo reparto sectorial de la demanda final se utiliza la matriz puente de reparto de demanda final por sectores considerando que este reparto se mantiene constante en un primer momento a pesar del incremento del precio de las importaciones del sector e.

$$f^1 = h_f^0 f_t^1$$

siendo  $f_t^1$  el valor de la demanda final total después del cambio en las importaciones. El resultado final queda ahora determinado por el reparto sectorial sobre la demanda final de tal forma que:

$$w^1 = (I - A_d^0)^{-1} (1 - \hat{m}_f^1) h_f^0 f_t^1$$

Para comprobar el efecto del incremento de un 10% en el precio de las importaciones de la rama c23 incorporando explícitamente la relación entre demanda e importación hemos recalculado el proceso solamente con los datos de España. El resultado es revelador ya que el crecimiento negativo sobre la producción asciende ahora a un 0,59 por ciento respecto al resultado anterior, más del doble<sup>7</sup>.

## 6. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos aprovechado las ventajas estadísticas que proporcionan las tablas IO para tratar de responder a dos cuestiones que, desde nuestro punto de vista, van a ser trascendentales una vez que se supere la crisis financiera actual.

Ante un panorama de incrementos continuados de la demanda de petróleo y una oferta cada vez más rígida (y probablemente a medio plazo decreciente) resulta imprescindible identificar qué sectores hacen que la economía española sea más dependiente que el resto de países de la OCDE del consumo de petróleo para intentar actuar sobre ellos, y, cuál sería el efecto sobre el crecimiento de un aumento de los precios del petróleo sobre la economía.

Respecto a la dependencia, observamos como España e Italia tienen dependencias mayores que Alemania y Francia, y en el caso de España hay sectores de alta dependencia que no ocurren en el resto de esos países, como el

<sup>7</sup> Este resultado es algo mayor que el encontrado por Hamilton (2012) para la economía de Estados Unidos del 0,5% y tiene sentido ya que España tiene una dependencia petrolera superior a ese país puesto que no tiene apenas producción propia.

transporte, la producción de electricidad, y los productos químicos. Por tanto habría que actuar sobre esos sectores para reducir su dependencia.

El efecto de un aumento del precio del petróleo de un 10% lleva a una reducción del 0,6% en la tasa de crecimiento de la economía española a corto plazo. Si bien no hemos calculado el efecto para el resto de los países, dicha reducción es mayor que la calculada por otros autores para otras economías. Este efecto, no es acumulativo, no sabemos si es retornable en el tiempo, ya que las tablas IO no nos dan un carácter dinámico, pero aún así no es nada despreciable.

## BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA: <http://www.iea.org/>

ALCÁNTARA, V (2009): “Consumo energético y emisiones de CO2 en la industria española: una primera aproximación a la situación actual”. Revista Española de Economía Industrial, 371: 49-57.

ALCÁNTARA, V Y PADILLA, E (2002): “Nota metodológica sobre la determinación de sectores “clave” en el consumo de energía final: una primera aproximación al caso español”. Documento de trabajo, Universidad de Barcelona, Departamento de Economía Aplicada <http://hdl.handle.net/2072/2085> .

ALCÁNTARA, V Y PADILLA, E (2003): “Key sectors in final energy consumption: an input-output application to the Spanish case”. Energy Policy, 31, págs. 1673-1678.

ALCÁNTARA, V. Y DURO, J.A. (2004): “ Inequality of energy intensities across OECD countries: a note”. Energy Policy, 32, págs. 1257-1260.

ARBEX, M Y PEROBELLI, F.S. (2010): “Solow meets Leontieff: Economic growth and energy consumption”. Energy Economics, 32, págs. 43-53.

BLANCHARD, O.J. Y GALÍ, J. (2007): “ The Macroeconomic Effects of Oil Price Shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s?” NBER Working Paper No 13368, September 2007.

CHRISTIE, E. (2007): “Oil and gas dependence of EU 15 countries”. Document of Vienna Institute for International Economic Studies. December.

CUÑADO, J Y PÉREZ DE GRACIA, F. (2003): “ Do Oil Price Shocks Matter? Evidence for some European Countries”. Energy Economics 25, págs. 137-154.

GÓMEZ-LOSCOS, A., MONTAÑÉS, A. Y GADEA, M.D (2010): “The Impact of Oil Shocks on the Spanish Economy”. Documento de Trabajo.

HAMILTON, J. D (2012) : “Oil Prices, Exhaustible Resources, and Economic Growth”. Working Paper, prepared for Handbook of Energy and Climate Change. Department of Economics, University of California, San Diego.

- HAWDON, D. Y PEARSON, P. (1995): Input-Output simulations of energy, environment, economic interactions in the UK". Energy Economics, 17, págs. 73-86.
- HENRY, E.W. (1995): "A capacity growth input-output model with forward recursive solution". Energy Economics, 17, págs. 3-13.
- HSU, G.J (1989): "Energy multipliers for economic analysis". Energy Economics, January, págs. 33-38.
- KARANFIL, F. (2009): "How many times again will we examine the energy-income nexus using a limited range of traditional econometric tools?". Energy Policy 37, págs. 1191-1194.
- KILIAN, L. (2008): " The Economic Effects of Energy Price Shocks". Journal of Economic Literature 46:4, págs. 871-909.
- MCKEAN J.R. AND TAYLOR,G. (1991): "Sensitivity of the Pakistan economy to changes in import prices and profits, taxes or subsidies". Economic Systems Research, 3: 187-203.
- MENDILUCE, M ET AL (2010): "Comparison of the evolution of energy intensity in Spain and in the EU15. Why is Spain different?". Energy Policy, 38, págs. 639-645.
- MENDILUCE, M. Y LINARES P. (2010): "Análisis de la Intensidad Energética en España". Informe elaborado para Economics for Energy. Vigo, España.
- MILLER, R.E. Y BLAIR, P.D. (1985): "Input Output Analysis: Foundations and Extensions". Prentice-Hall, New Jersey.
- MURPHY, D. J Y HALL CHARLES A. S. (2011): "Energy return on investment, peak oil, and the end of economic growth". Ecological Economics Reviews. Robert Costanza, Karin Limburg & Ida Kubiszewski, Eds. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1219: 52–72.
- OECD: "Structural Analysis (STAN) Databases". OECD StatExtracts (<http://stats.oecd.org> ).
- OECD, Factbook 2011-12: Economic, Environmental and Social Statistics [10.1787/factbook-2011-en](http://dx.doi.org/10.1787/factbook-2011-en)
- PULIDO, A Y FONTELA, E.(1993): "Análisis Input-Output. Modelos, datos aplicaciones". Pirámide, Madrid.
- SMITH, J.L. (2010) : "On the Portents of Peak Oil (And Other Indicators of Resource Scarcity)". Working Paper, Southern Methodist University.
- TAO, QUING Y CHONGQUING (2010): "Input-Output table of electricity demand and its application". Energy, 35 págs. 326-331.

TOVAR JALLES, J. (2009): "Do Oil Prices Matter? The Case of a Small Open Economy". Annals of Economics and Finance 10-1, págs. 65-87.

TVERGER, G.E. (2011): "Oil supply limits and the continuing financial crisis". Energy, XXX, págs. 1-8.

## ANEXO I

Tabla A1. Intensidad energética, en % (intensidad energética alta más del 10%, intensidad media entre un 5 y un 10% e intensidad baja con menos de un 5% de dependencia sobre el total de consumos intermedios). Datos 2005.

	<b>ESPAÑA</b>	<b>FRANCIA</b>	<b>ALEMANIA</b>	<b>ITALIA</b>	<b>EEUU</b>
C01T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing	3,91	4,89	3,33	4,93	5,22
C10T14 Mining and quarrying	8,45	4,96	1,32	3,53	6,42
C15T16 Food products, beverages and tobacco	0,27	0,82	0,73	0,41	0,42
C17T19 Textiles, textile products, leather and footwear	0,23	0,80	0,74	0,34	1,12
C20 Wood and products of wood and cork	1,40	0,86	1,18	0,60	0,74
C21T22 Pulp, paper, paper products, printing and publishing	0,37	0,87	0,56	0,37	1,25
C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel	21,75	12,45	17,29	7,60	10,07
C24 Chemicals and chemical products	11,00	5,28	6,66	2,41	6,78
C25 Rubber and plastics products	1,05	0,72	3,74	0,35	2,41
C26 Other non-metallic mineral products	2,12	2,21	1,70	3,18	1,14
C27 Basic metals	1,51	0,88	4,18	2,93	1,97
C28 Fabricated metal products except machinery and equipment	0,39	0,47	0,60	0,42	1,02
C29 Machinery and equipment n.e.c	0,48	0,53	0,39	0,28	0,73
C30 Office, accounting and computing machinery	0,11	0,21	0,44	0,08	0,18
C31 Electrical machinery and apparatus n.e.c	0,27	0,28	0,42	0,40	0,90
C32 Radio, television and communication equipment	0,13	0,25	0,34	0,17	0,18
C33 Medical, precision and optical instruments	0,14	0,52	0,53	0,22	0,18
C34 Motor vehicles, trailers and semi-trailers	0,11	0,39	0,27	0,14	0,30



C35 Other transport equipment	0,54	0,18	0,33	0,21	0,86
C36T37 Manufacturing n.e.c; recycling	0,21	1,06	1,36	0,34	0,55
C40T41 Electricity, gas and water supply	11,09	7,74	2,73	3,26	3,22
C45 Construction	0,28	1,76	1,34	1,27	3,95
C50T52 Wholesale and retail trade; repairs	0,98	3,84	1,14	2,03	1,75
C55 Hotels and restaurants	1,37	1,57	0,56	1,02	0,60
C60T63 Transport and storage	11,94	9,88	8,18	7,26	17,97
C64 Post and telecommunications	0,68	1,36	0,47	0,90	0,30
C65T67 Finance and insurance	0,37	0,32	0,11	0,42	0,12
C70 Real estate activities	0,20	0,43	0,09	0,36	0,68
C71 Renting of machinery and equipment	1,74	1,22	0,35	4,48	0,89
C72 Computer and related activities	0,20	1,75	0,45	0,78	0,16
C73 Research and development	1,79	1,48	0,65	0,26	0,32
C74 Other Business Activities	0,58	1,11	0,53	1,74	0,33
C75 Public admin. and defence; compulsory social security	1,44	1,64	1,58	1,37	7,57
C80 Education	4,09	1,57	1,61	0,80	0,60
C85 Health and social work	1,75	0,75	0,95	0,76	1,03
C90T93 Other community, social and personal services	0,82	1,71	0,86	1,26	2,57
C95 Private households with employed persons					
Total Intermediate Consumption	2,60	2,49	2,03	1,83	2,99

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD, Structural Analysis (STAN) Databases, OECD.StatExtracts (<http://stats.oecd.org/>)