

# EL METABOLISMO SOCIAL DEL PAÍS VASCO DESDE EL ANÁLISIS DE FLUJOS DE MATERIALES

Iñaki Arto

Investigador del Instituto de Economía Pública  
Universidad del País Vasco

*Fecha de recepción: agosto de 2008*

*Fecha de aceptación de la versión final: enero de 2009*

## **Resumen**

La desvinculación de la mejora del bienestar respecto del uso de los recursos y de la contaminación es esencial para lograr un desarrollo sostenible. Para avanzar en esta dirección es preciso partir del conocimiento del metabolismo de la sociedad. Es decir, debemos analizar en qué medida nuestras sociedades "ingieren" materias primas, que son "metabolizadas" para producir bienes y servicios, y "excretan" residuos en forma de materiales desechados y contaminación. De esta forma obtendremos una visión sistémica de este metabolismo social, analizando los flujos físicos de recursos naturales desde su extracción hasta su eliminación final, pasando por los procesos de producción, uso y reciclaje, y teniendo en cuenta las pérdidas a lo largo del camino. En última instancia, se trata de relacionar el consumo de recursos naturales con la capacidad del medio ambiente para proporcionar recursos y absorber residuos.

Este artículo ofrece una visión global del fundamento físico de la sociedad vasca, partiendo del Análisis de los Flujos de Materiales asociados a sus actividades de producción y consumo. Para ello se presenta la evolución de una serie de indicadores de uso de materiales, generación de residuos, comercio exterior y acumulación de stocks que permiten analizar la senda seguida por el País Vasco hacia la (in)sostenibilidad.

**Palabras clave:** *Análisis de Flujos de Materiales, Desmaterialización, Metabolismo Social.*

## **Abstract**

Decoupling the improvement of welfare from resource use and pollution is essential for achieving sustainable development. For that purpose is highly useful to know the metabolism of society. We must analyse the extent to which our societies "eat" raw materials, which are "metabolized" to produce goods and services, and "excrete" waste in the form of waste materials and pollution. Thus we get a systemic view of this social metabolism, analyzing the physical flows of natural resources from extraction to final disposal through the processes of production, use and recycling, and taking into account the losses along the way. Ultimately, it is a question of linking the consumption of natural resources with the environment's ability to supply resources and absorb waste.

This article provides an overview of the physical base of Basque society, on the base of the Material Flow Analysis associated with its production and consumption activities. This shows the evolution of a series of indicators of material use, waste generation, external trade and stock accumulation that enables to analyse the path followed by the Basque Country toward (un)sustainability.

**Keywords:** *Material Flow Analysis, Dematerialization, Social Metabolism.*

## INTRODUCCIÓN

Las actuales modalidades de producción y consumo, particularmente en los países desarrollados, representan una grave amenaza para alcanzar el desarrollo sostenible en el mundo (Naciones Unidas, 1993). Para solucionar este problema resulta fundamental estudiar y analizar la vinculación existente entre el uso de recursos naturales (agua, materiales y energía) y de servicios ecológicos (capacidad de la naturaleza de absorber residuos y emisiones) y la actividad económica (producción y consumo de bienes y servicios).

En este sentido, la ecología industrial –entendiendo el término industrial en sentido amplio, es decir, abarcando toda actividad productiva– ofrece la oportunidad de identificar y posteriormente poner en práctica estrategias para reducir el impacto ambiental de productos y procesos asociados a los sistemas industriales, teniendo como objetivo último el desarrollo sostenible. Para ello trata de estudiar de forma interdisciplinar las relaciones existentes entre tecnología, sociedad y ecología, desde un enfoque en el que los sistemas industriales (empresas, sectores, economías o sociedad en general) no son más que un tipo de ecosistemas que forman parte de la biosfera.

Desde esta perspectiva, resulta fundamental el conocimiento del metabolismo de las sociedades industriales. Es preciso entender cómo funcionan los sistemas industriales, qué leyes los rigen y cuáles son sus interacciones con la biosfera; a partir de este punto, y tomando como base el conocimiento de los ecosistemas, se estará en condiciones de determinar cómo podrían reestructurarse para hacerlos compatibles con el modo en que funcionan los ecosistemas naturales (Frosch y Gallopoulos, 1989).

En los últimos años se han realizado importantes progresos en el conocimiento del metabolismo de la sociedad, como base para el desarrollo de otros tipos de estrategias de sostenibilidad. Los principales esfuerzos han estado encaminados a comprender cuál es el uso de materiales y energía por parte de las diversas actividades económicas y en qué manera esos materiales fluyen por el sistema económico y son transformados y posteriormente depositados como residuos.

El Análisis de Flujos de Materiales (AFM) sirve para proporcionar una visión sistémica de este metabolismo social, analizando los flujos físicos de recursos naturales desde su extracción hasta su eliminación final, pasando por los procesos de producción, uso y

Iñaki Arto

reciclaje, y teniendo en cuenta las pérdidas a lo largo del camino<sup>1</sup>. Se trata de ofrecer una visión global del fundamento físico de la economía y proporcionar una serie de indicadores de sostenibilidad que relacionen el grado de bienestar de una sociedad con la capacidad de la naturaleza para generar recursos y absorber residuos y emisiones (Adriaanse *et al.*, 1997).

Para ello se contabilizan tanto los recursos naturales extraídos de la naturaleza (materiales procesados y/o desplazados) para mantener las diversas actividades económicas, como los residuos, emisiones y vertidos al medio ambiente. La Contabilidad de Flujos de Materiales (CFM) es la herramienta utilizada para la contabilización de estos flujos de materiales, siendo su objetivo último medir el metabolismo físico de la economía (Ayres, 1989).

La metodología del AFM ha sido utilizada para analizar la base física de diferentes regiones del mundo: Unión Europea (Bringezu y Schütz, 2001a y 2001b), Alemania, Japón, Estados Unidos, Austria y Países Bajos (Adriaanse *et al.*, 1997 y Matthews *et al.*, 2000), Alemania (Bringezu y Schütz, 2008), Finlandia (Mäenpää y Juutinen, 2002), Reino Unido (Wuppertal Institute, 2002, Gazley y Bhuvanendran, 2005), Suiza (Mayerat, 2007), etc.

También en España se ha avanzado en la aplicación del AFM. Existen varios estudios que tratan este tema desde la escala nacional (Carpintero, 2002, 2003 y 2005; Alonso y Bailón, 2003; Cañellas *et al.*, 2004) a la regional (Naredo y Frías, 1988 y 2003; Almenar *et al.*, 1998; Arto, 2002 y 2003; Doldán, 2003; Hercowitz, 2003; Sendra, 2006).

El presente artículo pretende aportar una visión integral de los flujos de materiales de una economía eminentemente industrial como es la del País Vasco, para el período 1990-2004, con el objetivo de avanzar en el conocimiento del metabolismo social de la región y sentar las bases para el diseño de estrategias que conduzcan a una desmaterialización de la economía<sup>2</sup>, entendida ésta como una reducción en el consumo de materiales y en la generación de residuos. A diferencia de trabajos anteriores desarrollados en otras regiones españolas, este es el primero que presenta un balance integral del flujo de materiales, incluyendo entradas y salidas.

La primera sección del trabajo recoge una síntesis de los principales conceptos e indicadores relacionados con la contabilidad de flujos de materiales de una economía. En el siguiente apartado se presenta un análisis de los principales indicadores derivados de la CFM de la región. Posteriormente se incluye un apartado en el que se presentan los avances en el proceso de desmaterialización. Finalmente se incluye una sección de conclusiones.

---

<sup>1</sup> Fischer-Kowalski (1998) y Fischer-Kowalski y Hütler (1998) ofrecen una exhaustiva revisión histórica del surgimiento y evolución de esta forma de comprender los procesos de intercambio de materiales y energía entre el medio socioeconómico y el natural.

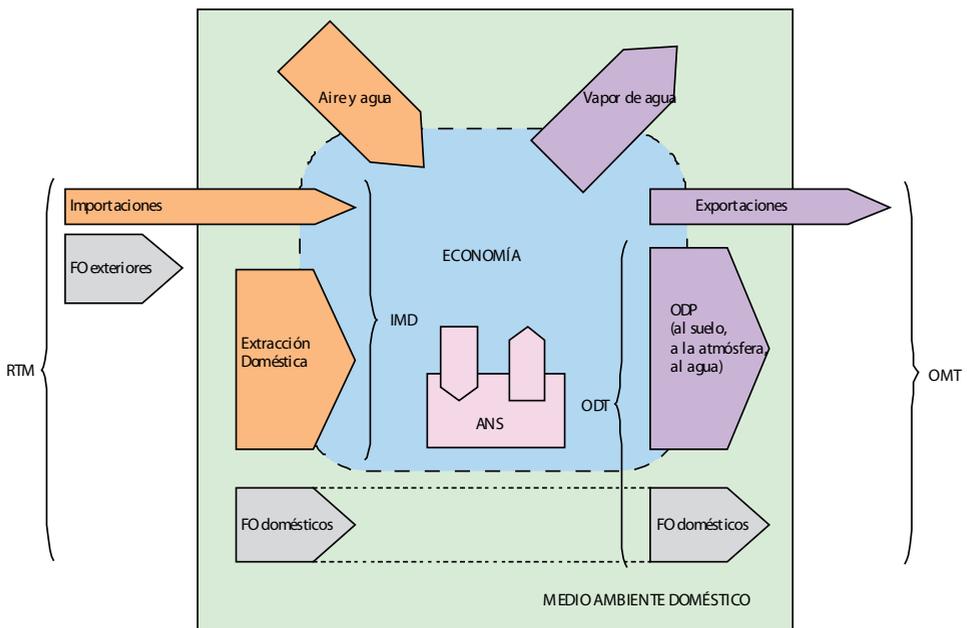
<sup>2</sup> En el contexto del AFM este concepto de desmaterialización es equivalente al de desvinculación o desacoplamiento.

## CONTABILIDAD Y ANÁLISIS DE FLUJO DE MATERIALES: CONCEPTOS BÁSICOS E INDICADORES

Los indicadores de flujos de materiales tratan de aportar una visión de las presiones ejercidas por los materiales utilizados por una economía en relación a la capacidad de carga de los sistemas naturales (Bartelmus, 2003). En general, estos indicadores han sido diseñados para describir el metabolismo económico, como un primer paso para posteriores análisis más en profundidad (Bringezu *et al.*, 2003).

El presente apartado recoge un resumen de los principales conceptos e indicadores relacionados con la CFM de una economía (Figura 1), de acuerdo con lo establecido en la literatura (Adriaanse *et al.*, 1997, Matthews *et al.*, 2000, Bringezu y Schütz, 2001c o EUROSTAT, 2001).

**Figura 1:** Principales indicadores de flujos de materiales de la economía



**Fuente:** adaptado de Matthews *et al.* (2000).

**Nota:** RTM: Requerimientos Totales de Materiales; IMD: Input Material Directo; FO: Flujos Ocultos; ODT: Output Doméstico Total; ODP: Output Doméstico Procesado; OMT: Output Material Total; ANS: Acumulación Neta de Stocks

Iñaki Arto

### *Inputs materiales*

Desde la óptica del AFM se consideran, de forma separada, tanto los materiales que entran directamente en la economía o Inputs Materiales Directos (IMD) como aquellos que no lo hacen. Estos últimos se denominan Flujos Ocultos (FO) o mochilas ecológicas y hacen referencia a materiales desplazados como consecuencia de determinados procesos económicos, pero que no son utilizados (sobrecarga en la minería, excavación en la construcción, erosión debida a la agricultura, etc.). Estos FO constituyen parte de la actividad económica de un país, pero casi nunca entran en la economía como bienes propiamente dichos.

Además de contabilizar los FO asociados a los materiales extraídos en el propio territorio analizado, habría que tener en cuenta los materiales importados de otras economías. En el actual contexto de economía global, los materiales pueden originarse en un país, ser procesados en otro, transformados en productos finales en un tercer país y finalmente consumidos en un cuarto. Este hecho cobra mayor relevancia cuando se analizan los flujos materiales de una economía muy abierta, como es el caso de la economía vasca<sup>3</sup>.

De la misma forma, además de incluir los FO de las importaciones, la metodología del AFM contabiliza los flujos indirectos de materiales necesarios para producir las semimanufacturas y los productos finales importados (ancillary mass)<sup>4</sup>.

A las necesidades físicas totales de una economía – la suma de los materiales domésticos e importados, excepto agua y aire, (IMD) junto con sus FO asociados – se les denomina, Requerimientos Totales de Materiales (RTM). Este número comprende el volumen (medido en toneladas per cápita y año) acumulado de materiales primarios extraídos de la naturaleza por las actividades económicas (Bringezu y Schütz, 2001c).

Los RTM y el IMD constituyen medidas físicas de la actividad económica de una región y complementan a otras medidas monetarias como el PIB. Juntas, las medidas físicas y monetarias, proporcionan una visión más completa del tamaño y alcance de una economía. Los RTM también pueden ser considerados como una medida aproximada de la presión potencial ejercida por una economía sobre el medio ambiente global.

### *Outputs materiales*

Una vez extraídos los materiales, estos son procesados por los agentes económicos y convertidos en productos que, o bien son consumidos por la propia economía, o bien

---

<sup>3</sup> De esta forma se logra integrar en el AFM el hecho de que en la actualidad existen grandes asimetrías entre las economías industriales (las cuales importan grandes cantidades de materias primas) y las economías en vías de desarrollo, muchas de las cuales dependen en gran medida de la exportación de estos recursos y, por tanto, sufren los costes ambientales de la extracción de los mismos (Martínez Alier, 2004).

<sup>4</sup> Debido a la falta de información, en este trabajo tan sólo se ha tenido en cuenta una parte de los flujos indirectos de un reducido grupo de productos importados (ver Anexo I).

Iñaki Arto

son exportados a otras regiones. Durante los procesos de transformación y consumo se producen una serie de flujos de materiales entre el medio socioeconómico y el natural. Estos materiales, a su vez, están compuestos por sustancias residuales que, por sus características físico-químicas, pueden llegar a causar daños importantes a la salud humana y a la de los ecosistemas, por lo cual resulta de especial interés tanto su contabilización como el estudio de los procesos de producción y consumo que los generan.

El conjunto de flujos de materiales que sale de una economía recibe el nombre de Output Material Total (OMT). Este indicador incluye tanto los materiales exportados a otras economías como el total de materiales depositados en el medio ambiente doméstico en forma de emisiones, residuos, etc. (Output Doméstico Total, ODT).

El ODT, es un indicador agregado de las presiones totales que ejerce un sistema socioeconómico sobre la naturaleza en su función de sumidero. Este indicador contabiliza, por un lado, los FO domésticos y, por otro, los materiales procesados y devueltos al medio ambiente en forma emisiones, residuos, etc. (Output Doméstico Procesado, ODP) (Matthews et al., 2000). Dentro del ODP se incluyen los flujos entre economía y medio ambiente que tienen lugar durante los procesos de producción y consumo.

### *Consumo de materiales*

En el AFM también se incluyen indicadores de consumo de materiales, como el Consumo Doméstico de Materiales (CDM). Este indicador recoge el consumo aparente de una región calculado como la diferencia entre las entradas directas de materiales (CDM = IMD – exportaciones). El CDM es una medida de la cantidad de materiales usada directamente por la economía<sup>5</sup>.

### *Balanza comercial física y acumulación de stocks*

La Balanza Comercial Física (BCF) permite comparar la relación existente entre las importaciones y las exportaciones de materiales de un país. De esta forma se posibilita la obtención de medidas del déficit o superávit comercial en términos físicos, que proporcionan una visión de la dependencia de materiales exteriores de una economía.

La Acumulación Neta de Stocks (ANS) constituye una medida de la tasa de crecimiento físico de una economía. Esta variable recoge las acumulaciones netas de

---

<sup>5</sup> En las exportaciones no se tiene en cuenta ni la energía consumida ni los residuos generados durante su producción. Es por esto que el CDM no debe ser considerado un indicador de la escala material de los hábitos de consumo de una población en sentido estricto. En este sentido, el Consumo Total de Materiales (CTM) representa un mejor indicador de las presiones ambientales asociadas al consumo (EUROSTAT, 2007). Este indicador suma al CDM los FO importados y resta los FO asociados a las exportaciones.

Iñaki Arto

materiales en forma de edificios, infraestructuras y otro tipo de bienes de consumo duradero y bienes de equipo como vehículos, electrodomésticos, maquinaria, etc. Este indicador se calcula como la diferencia entre las entradas directas de materiales (IMD) y las salidas (ODP y exportaciones de materiales), teniendo en cuenta las partidas de memorándum<sup>6</sup> correspondientes a los flujos de salida.

## **CONTABILIDAD Y ANÁLISIS DE FLUJOS DE MATERIALES DEL PAÍS VASCO**

La contabilización de los flujos de materiales del País Vasco se ha desarrollado siguiendo principalmente la metodología establecida por la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (Bringezu y Schütz, 2001c) para los inputs materiales y por EUROSTAT (2001) para los outputs. A pesar de haberse seguido la metodología oficial, ésta ha tenido que ser adaptada a las características singulares de la región. En el Anexo I se recogen de forma detallada tanto la metodología como las fuentes utilizadas en la CFM del País Vasco.

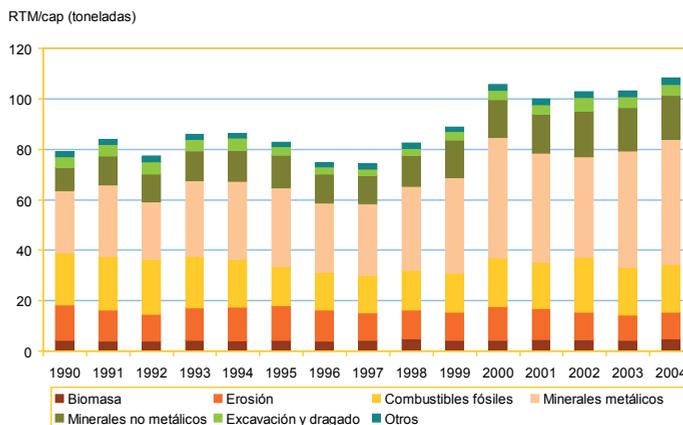
A continuación se recogen de manera resumida los principales resultados del AFM del País Vasco para el período comprendido entre los años 1990 y 2004 (ver también Anexo II).

### **REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES**

Como antes se ha señalado, los RTM son una medida de la base física total de una economía, es decir, del total de recursos primarios necesarios para su funcionamiento. En el período comprendido entre los años 1990 y 2004 los RTM del País Vasco han pasado de 166,6 a 230,2 Mt, lo que supone un incremento del 38,2% (Figura 2). En términos per cápita este incremento ha sido inferior (36,7%), pasando de 79,1 a 108,1 t/cap. Esta cifra es similar a la de Finlandia (106 t/cap en 2003; Statsitics Finland, 2005) y algo superior a la de la región belga de Wallonia (89 t/cap en 2002; Bounkhay y López, 2003) y a la de Alemania (74 t/cap; Bringezu y Schütz, 2008), pero se encuentra muy por encima de las de España (50 t/cap en 2004; INE 2007), Suiza (42 t/cap en 2005; Mayerat, 2007), Italia (38 t/cap en 2004; ISTAT, 2007) o Reino Unido (35 t/cap en 2003; Gazley y Bhuvanendran, 2005).

<sup>6</sup> Las partidas de memorándum incluyen, en el lado de los inputs, el aire (oxígeno y nitrógeno) utilizado en procesos de combustión y respiración y, en el de los outputs, las emisiones de vapor de agua procedentes de la quema de combustibles y de CO<sub>2</sub> de la expiración humana y del ganado. Para el cálculo de la ANS se descontarían las partidas de output.

**Figura 2:** Requerimientos Totales de Materiales del País Vasco, por tipo de material



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

Esta elevada escala física, en relación con otras regiones, es un reflejo de una realidad económica en la que los sectores industrial y construcción tienen una gran relevancia<sup>7</sup>. Además, en el caso de la industria, tienen especial importancia las industrias pesadas. Se trata de sectores altamente intensivos en materiales como las ramas metálica, mecánica o material de transporte. Estos sectores demandan grandes cantidades de materiales de origen metálico, que llevan asociados elevados FO. En cualquier caso, es importante señalar que, en cierta medida, estas diferencias en la escala física están condicionadas por la escala geográfica a la que se realizan las comparaciones<sup>8</sup>.

El País Vasco presenta una elevada dependencia de materiales exteriores. Así, en 2004, tan sólo un 17% de los RTM son extraídos en el País Vasco, mientras que el 83% restante procede del exterior (35% del resto de España y 48% del resto del mundo). Esta dependencia en recursos procedentes del exterior se ha visto incrementada respecto a 1990, año en el que los materiales importados supusieron el 78% de los RTM (27% del resto de España y 51% del resto del mundo). Entre los factores que determinan este nivel de dependencia, habría que apuntar: el tamaño de la región en relación con su

<sup>7</sup> La industria y la construcción contribuye en el año 2004 a la generación del 38,1% del Valor Añadido Bruto (VAB) total de la economía vasca (EUSTAT: <http://www.eustat.es>). Esto la sitúa al País Vasco a la cabeza de la Unión Europea 15 (UE-15), por delante de Irlanda 35,7% y muy por encima del conjunto de la UE-15 (25%). [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=0,1136173,0\\_45570698&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136173,0_45570698&_dad=portal&_schema=PORTAL)

<sup>8</sup> En este caso vamos a comparar los resultados de una región como es el País Vasco con los de otras que en su mayoría son estados, con mayor población y superficie, y cuyas economías están más diversificadas y articuladas.

Iñaki Arto

población y PIB<sup>9</sup>, el grado de industrialización de la economía o la baja disponibilidad de recursos en relación con la estructuración de los sectores productivos.

En este mismo periodo, el IMD (la parte de los RTM que incluye los materiales que entran directamente en la economía) ha aumentado un 37%, pero su participación en los RTM se ha mantenido al mismo nivel que en 1990 (32%). La mayor parte de este incremento (7,6 t/cap) se ha satisfecho vía importaciones, que, con un crecimiento del 48%, han pasado a representar el 67% del IMD (61% en 1990). Entre 1990 y 2004 la extracción doméstica de materiales ha aumentado en 1,8 t/cap, compuestas en su mayoría por productos de cantera.

La participación de los FO en los RTM en 2004 alcanza el 68%. Esta cifra es similar a la de 1990, si bien desde entonces los FO han aumentado un 37%. La mayor parte de la variación experimentada en los RTM se ha debido al crecimiento en los FO importados. El origen de esta variación se encuentra en los FO asociados a las importaciones de metales. Los factores que han contribuido a esta situación son tres:

- En primer lugar, el aumento en la actividad del sector del metal ha conducido a un incremento en la importación de metales.
- En segundo lugar, este aumento en las importaciones de metales ha estado acompañado de una transformación en los procesos de producción de la industria siderúrgica vasca. Esta transformación ha provocado la sustitución del mineral de hierro, como materia prima en la producción de acero, por hierro en bruto y chatarra, lo cual a su vez ha desembocado en un importante aumento en los FO (esto se debe a que 1 t de mineral de hierro tiene unos FO de 2,11 t, mientras que los FO de 1 t de hierro en bruto o de chatarra son de 3,66 t).
- Finalmente, han crecido las importaciones de metales con grandes ratios de FO (sobre todo estaño en bruto y cobre refinado).

En la evolución de los RTM del País Vasco se pueden distinguir varios periodos:

- 1990-1994: Los RTM experimentaron un aumento del 8,9%, fruto del incremento en las importaciones de minerales metálicos con altos coeficientes de FO, en especial estaño en bruto (para fabricación de soldadura y hojalata) y cobre refinado y sin refinar (para la elaboración de tubos y cables e hilos conductores)<sup>10</sup>. A esta situación también contribuyó, aunque en menor medida, el aumento en la extracción doméstica de caliza.

<sup>9</sup> En el año 2004, la densidad del País Vasco se sitúa en torno a los 290 habitantes por km<sup>2</sup>, frente a los 120 habitantes por km<sup>2</sup> de la UE-15 o a los 84 de España, y el PIB per cápita medido en paridades del poder de compra, un 12% por encima del de la UE-15 y 25 puntos por encima del de España.

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=0,1136162,0\\_45572076&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136162,0_45572076&_dad=portal&_schema=PORTAL)  
<sup>10</sup> 6.791 t de FO por t de material en el caso del estaño y 311 t/t para el cobre.

Iñaki Arto

- 1994-1997: Los RTM presentaron un retroceso del 14%, debido principalmente a la disminución de las importaciones de hulla y mineral de hierro (desmantelamiento de la siderurgia integral vasca) y de las de cobre y estaño. Cabe señalar que el efecto de reducción de la base física de la economía vasca asociado a la desaparición de la siderurgia integral (cierre de Altos Hornos de Vizcaya), fruto de las políticas de reconversión industrial originadas como consecuencia de la integración de España en la Unión Europea, fue en cierta medida contrarrestado por el aumento de los flujos de materiales necesarios para abastecer a una emergente siderurgia no integral (importaciones de chatarra y electricidad), impulsada desde las instituciones vascas. Por último, en este período también se dio un retroceso en los materiales desplazados como consecuencia de las operaciones de excavación y dragado y en la erosión asociada a las importaciones de biomasa.
- 1997-2000: Los RTM experimentaron un incremento próximo al 43%. En este período de nuevo las importaciones de estaño<sup>11</sup> y, en menor medida, las de cobre constituyen el principal motor de crecimiento de los RTM. También experimentaron incrementos, aunque de menor cuantía, los flujos de hierro y acero, combustibles fósiles, minerales de construcción y excavación (estos dos últimos como consecuencia del auge en la construcción de infraestructuras y edificios).
- 2000-2004: Se produce una cierta estabilización de los RTM a un nivel por encima de las 100 t/cap. En este período destaca el incremento en las importaciones de gas natural (para proveer a la nueva central de ciclo combinado de Bahía de Bizkaia) acompañado por una reducción en los FO asociados a las importaciones de electricidad. Esta circunstancia está vinculada a la política de autoabastecimiento eléctrico promovida por el Gobierno Vasco.

Como resumen, se puede afirmar que las fluctuaciones en la actividad de los sectores metálicos, generación de electricidad y construcción influyen en gran medida en el comportamiento de los RTM.

A continuación se presentan los principales resultados de los RTM del País Vasco analizados por tipos de materiales (Figura 2).

### *Minerales metálicos*

El principal componente de los RTM del País Vasco lo constituyen los materiales de origen metálico (materias primas, semimanufacturas y productos metálicos junto con sus FO). Estos materiales suponen en 2004 el 46% de los RTM del País Vasco, frente al

<sup>11</sup> El incremento en las importaciones de estaño se debió al inicio de una actividad de fabricación de cápsulas de taponado de estaño, como consecuencia de ciertos incentivos fiscales.

Iñaki Arto

31% de 1990, de los cuales el 88% corresponden a FO y el 12% restante a IMD. Respecto al año 1990, cabe señalar el aumento en la participación de los FO metálicos en los RTM, que, como consecuencia del incremento en las importaciones de cobre y estaño, han pasado a suponer el 40% de los RTM (25% en 1990).

En 2004 el total los minerales metálicos tiene su origen fuera de las fronteras del País Vasco (en el año 1993 cesó la actividad de la mina de hierro de Bodovalle, en Gallarta, y con ella se puso fin a la extracción de metales en el País Vasco).

La composición de estos materiales ha variado sustancialmente desde 1990. Se ha modificado el grado de procesamiento de los materiales, aumentando las entradas de semimanufacturas y productos finales en detrimento de las materias primas. Este fenómeno está estrechamente vinculado a la reconversión del sector siderúrgico vasco. Por otra parte, pese a haber aumentado los RTM de metales no féreos (cobre y estaño), el hierro y el acero siguen siendo los materiales más demandados.

### *Combustibles fósiles*

Los combustibles fósiles (incluyendo los asociados a las importaciones de electricidad) representan más del 90% del consumo de energía primaria del País Vasco. Estos materiales, que ocupan el segundo lugar en orden de importancia en los RTM del País Vasco, suman en 2004 un total de 18,7 t/cap, cifra inferior a la contabilizada en el año 1990 (20,5 t/cap). Esta disminución en los requerimientos de combustibles fósiles se ha debido al cambio estructural en la industria siderúrgica (y la consecuente reducción de las importaciones de hulla) y a la disminución en las importaciones de electricidad. Por contra, los aumentos en la generación de electricidad en el País Vasco y en la actividad del sector de refino de petróleo han contribuido a que la reducción en los requerimientos de combustibles fósiles haya sido menor.

En 2004 los FO suponen el 60% de los RTM de combustibles fósiles, la mayor parte de los cuales corresponde a importaciones de hulla, electricidad y petróleo. El 40% restante corresponde al IMD, compuesto en su mayoría por importaciones de crudos de petróleo destinados al sector del refino.

En cuanto a la procedencia de estos materiales, desde el agotamiento de los yacimientos de gas Gaviota y Albatros (frente al cabo de Matxitxako, en Bizkaia) a mediados de la década de los 90, la totalidad de los combustibles fósiles demandados por el País Vasco proceden del exterior.

### *Minerales no metálicos, excavación y dragado*

Los RTM de minerales no metálicos han pasado de 7 t/cap en 1990 a 14,8 t/cap en 2004. Estos materiales presentan unas características muy singulares en relación con el resto de categorías: elevada participación del IMD (78%) y relevancia del componente doméstico (57%). La evolución de los requerimientos de minerales no metálicos ha venido marcada por la extracción de productos de cantera en el País Vasco, y más en

Iñaki Arto

concreto por la extracción de caliza, que supone casi el 90% del total de minerales no metálicos extraídos en el País Vasco.

Por otra parte, los flujos de materiales provenientes de las operaciones de excavación y dragado ascendieron en 2004 a 6,9 t/cap (6,5 t/cap en 1990), de los cuales un 35% corresponde a IMD (materiales procedentes de la excavación utilizados como rellenos) y el resto son FO.

Cabe destacar que la mayor parte de estos materiales corresponde a flujos de materiales asociados a la construcción tanto de edificios como de infraestructuras, por lo que se pueden considerar como un indicador físico de la actividad del sector de la construcción. El sector de la construcción aporta en 2004 el 23% del VAB industrial vasco y casi el 9% del total de la economía, habiendo experimentado un crecimiento del 75% desde el año 1990.

### *Erosión*

La erosión provocada por la exposición de la superficie agrícola cultivada a los fenómenos atmosféricos supone el 10% de los RTM del País Vasco, o lo que es lo mismo 10,7 t/cap. Desde el año 1990 estos materiales se han visto reducidos en un 24% como consecuencia de la disminución en la erosión asociada a las importaciones de soja y goma natural.

Tan sólo el 19% de esta erosión se localiza en el País Vasco<sup>12</sup>, repartiéndose entre las tres provincias que lo componen de la siguiente forma: 91% en Álava, 5% en Bizkaia y 4% en Gipuzkoa. La gran diferencia en la erosión entre los tres territorios se debe a dos motivos. Por una parte los ratios de erosión por tipo de cultivo en Álava son superiores a los de Bizkaia y Gipuzkoa. Adicionalmente, la superficie dedicada a cultivos que favorecen los procesos erosivos (herbáceos de secano y viñedos) es mucho mayor en Álava.

Es importante señalar que la metodología utilizada en la estimación de la erosión no tiene en cuenta aquélla que es provocada por la selvicultura, que, en el caso del País Vasco, debido a la importancia de las plantaciones forestales (vinculadas a la industrias del papel y de la madera), las prácticas de extracción utilizadas y la orografía de la región, se estima de especial incidencia (Gobierno Vasco, 2005). Por tanto, las 4,4 Mt de materiales que se han contabilizado como erosionados en el territorio vasco en el año 2004 serían tan sólo una aproximación bastante inferior al total de materiales erosionados<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> El 81% restante de la erosión corresponde a la provocada en el cultivo de productos agrícolas importados.

<sup>13</sup> Se estima que el total de materiales erosionados en el País Vasco ronda las 10 Mt/año (Gobierno vasco, 2005)

### *Biomasa*

La biomasa, junto con sus FO, constituye únicamente el 5% de materiales demandados por el País Vasco. En 2004 los RTM asociados a la biomasa alcanzaron las 4,9 t/cap, cifra sensiblemente superior a la registrada en 1990 (4,2 t/cap), si bien su participación en los RTM es similar a la de dicho año.

Tan sólo el 30% (1,4 t/cap) de los RTM bióticos tiene su origen en el interior de las fronteras del País Vasco, siendo las principales categorías de estos materiales los cereales, cultivos forrajeros, biomasa pastada y selvicultura (madera y leña). El 70% restante corresponde en su mayor parte a importaciones de alimentos de España y materiales de origen forestal del resto del mundo.

### **OUTPUT MATERIAL TOTAL**

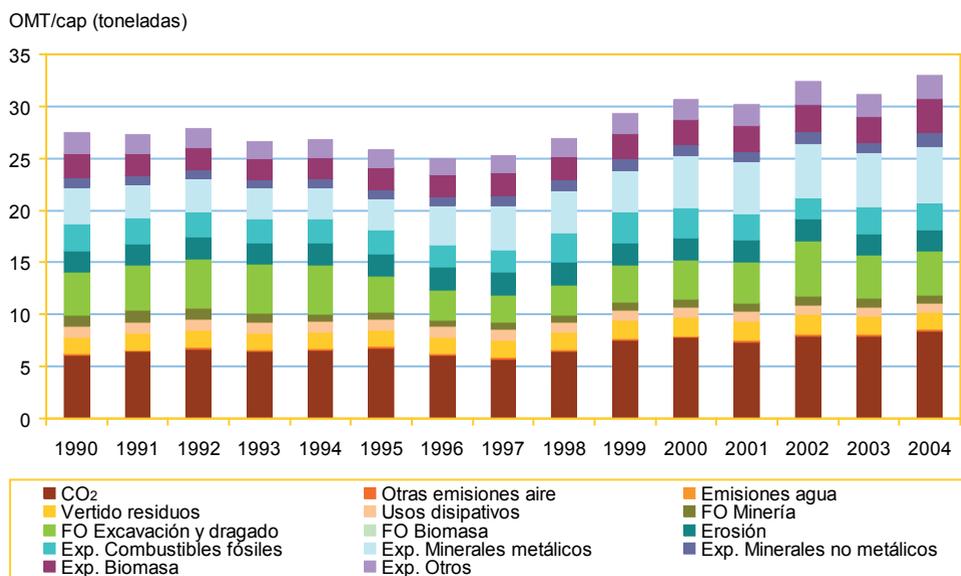
El estudio de los flujos de salida de materiales de la economía al medio natural es de especial relevancia dentro del AFM. La composición físico-química de estos materiales tiene una gran incidencia en la calidad de los ecosistemas naturales, hasta el punto que puede llegar a alterarla de forma irreversible.

Entre 1990 y 2004 el OMT del País Vasco ha pasado de 57,8 a 70,3 Mt, lo que supone un incremento del 21,5%. Por habitante se ha pasado de 27,5 a 33 t/cap, cifra que coincide con la registrada para España en ese mismo año (INE, 2007).

En la evolución del OMT se pueden distinguir varios períodos (Figura 3):

- 1990-1992: El OMT crece ligeramente hasta situarse en un valor próximo a las 28 t/cap. En este período se da un ligero incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> (mayor producción de electricidad de origen termoeléctrico) y de la excavación para la construcción de infraestructuras, que es en parte compensado por la disminución en las exportaciones.
- 1992-1997: Se da un retroceso del OMT motivado por una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los sectores energético y siderúrgico, y en los materiales excavados. Estas reducciones son acompañadas por un ligero incremento en las exportaciones.
- 1997-2004: En este período el OMT crece hasta situarse en un nivel 30 puntos porcentuales por encima del de 1990. A esta situación contribuyen de manera especial el aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub> de los sectores eléctrico (centrales termoeléctricas y cogeneración), transporte y siderúrgico. También es reseñable el crecimiento en otros flujos de materiales como pueden ser la excavación o las exportaciones (sobre todo de minerales metálicos).

**Figura 3:** Output Material Total del País Vasco, por tipo de material



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

En general, la evolución del OMT está estrechamente ligada a los cambios en la estructura y nivel de producción de los sectores siderúrgico (vinculados con la reconversión vivida por este sector) y generación de electricidad (en parte relacionados con la política de autoabastecimiento eléctrico), así como al nivel de actividad de la construcción y el transporte. A continuación se presentan los principales resultados del OMT del País Vasco por tipo de materiales.

### Emisiones al aire

En el año 2004, se han emitido en el País Vasco un total de 8,6 t/cap de gases a la atmósfera, lo que supone un 26% del OMT. La mayor parte de estas emisiones se corresponde con CO<sub>2</sub> procedente de procesos de combustión en el sector energético, la industria y el transporte, que se han incrementado en un 40% desde 1990.

El resto de emisiones asciende a casi 266.000 t. A pesar de su escasa relevancia en relación con el total de emisiones, tienen una gran importancia desde la perspectiva ambiental, pues entre ellas se encuentran más de 40 sustancias contaminantes de especial incidencia en la salud humana y de los ecosistemas.

Estas últimas emisiones se han reducido en un 15% desde 1990, gracias a la disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> (por la introducción de catalizadores) y SO<sub>2</sub> en el

Iñaki Arto

transporte (por la desulfuración de combustibles) y en la industria (por un descenso de actividad en las coquerías, consecuencia de la desaparición de la siderurgia integral).

### *Emisiones al agua*

Si bien la información sobre el nivel de emisiones al agua es de escasa calidad, se ha estimado que en el año 2004 éste ascendía a 33kg/cap. La mayor parte de estas emisiones proceden de vertidos sin tratamiento procedentes de la red de recogida de aguas residuales. Cabe destacar el importante descenso experimentado en las emisiones al agua, derivado de la progresiva conexión de la red de saneamiento a estaciones depuradoras de aguas residuales.

Por otro lado, en 2004 se han vertido al agua un total de 16.930 t de sustancias químicas que por su potencial contaminante están incluidas en la lista de sustancias especificadas en el Anexo A1 de la Decisión EPER (Comisión de las Comunidades Europeas, 2000).

### *Vertido de residuos*

En el año 2004 se han depositado en vertederos un total de 1,6 t/cap de residuos, cifra similar a la del año 1990. La mayor parte de estos residuos (0,6 t/cap) corresponde a materiales procedentes de operaciones de construcción y demolición (excepto excavación). A pesar de que se ha avanzado notablemente en la valorización de residuos (18% de los residuos de construcción, 28% de los urbanos, 40% de los industriales peligrosos y 64% de los industriales no peligrosos), entre 1990 y 2004 el total de residuos generados ha crecido un 20%.

Finalmente, es importante señalar que en el año 2004 se han generado un total de 510.000 t de residuos peligrosos, de las cuales cerca del 40% corresponde a residuos relacionados con las industrias metálicas y un 24% a tierras contaminadas. El 60% de estos residuos han sido eliminados vía tratamiento físico-químico, inertización y/o depósito.

### *Usos disipativos*

El uso disipativo de productos (fertilizantes, estiércol, fitosanitarios, semillas, etc.) asciende en 2004 a 0,9 t/cap. La mayor parte de estos flujos de materiales se refieren al uso de estiércol como fertilizante, si bien desde el año 1990 éste se ha reducido un 13%.

A pesar de su escasa participación en el total de usos disipativos, cabe señalar que en el año 2004 se utilizaron casi 1.000 t de productos fitosanitarios y 50.000 de fertilizantes, productos que por su composición química pueden llegar a generar importantes impactos en el medio ambiente local.

### Flujos ocultos domésticos

Los FO domésticos, con un total de 7 t/cap, suponen un 21% del OMT. Cerca de 4,9 t/cap corresponden a materiales procedentes de actividades de excavación y minería que son depositados en escombreras. El resto se compone, principalmente, de materiales erosionados.

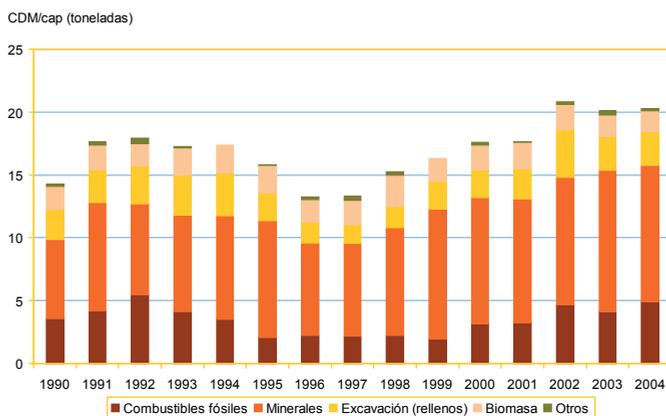
### Exportaciones

Las exportaciones suponen el 45% del OMT del País Vasco. En el año 2004 el País Vasco exportó un total de 14,9 t/cap de materiales, cifra 31 puntos porcentuales por encima de la registrada en 1990 (11,4 t/cap). Los derivados de los minerales metálicos, principalmente hierro y acero, manufacturas de fundición y material de transporte, alcanzan cerca del 36% de las exportaciones, habiendo aumentado un 57% desde 1990. Las exportaciones de biomasa (en su mayoría productos de las industrias del papel y agroalimentaria) ascienden a 3,2 t/cap (21,5%), mientras que las de combustibles fósiles (productos del refinado del petróleo) suman un total de 2,6 t/cap (17,4%).

## CONSUMO DOMÉSTICO DE MATERIALES

El Consumo Doméstico de Materiales mide la cantidad total de materiales consumidos directamente por una economía. Este indicador incluye tanto los materiales que son incorporados a la estructura de la economía doméstica en forma de stocks (Acumulación Neta de Stocks, ANS) como los flujos de materiales consumidos que son depositados en el medio ambiente como parte del ODP.

**Figura 4:** Consumo Doméstico de Materiales del País Vasco



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

En el caso del País Vasco, el CDM asciende en 2004 a 20,2 t/cap (Figura 4). Descontando los materiales desplazados en labores de excavación y utilizados como rellenos, el CDM se ascendería a 17,6 t/cap, cifra un 18% por encima del de la UE-15 y bastante próxima a la de países como Portugal (16 t/cap), Bélgica y Luxemburgo (16,1 t/cap), España (16,2 t/cap) y Austria (18,6 t/cap)<sup>14</sup>.

Desde el año 1990 el CDM del País Vasco se ha visto incrementado en un 42%, como consecuencia del aumento en el uso de minerales de construcción, que han pasado de 5,2 t/cap en 1990 a 10,1 t/cap en 2004. Esta situación es un fiel reflejo de la actividad del sector construcción, que en el período 1990-2004 se ha visto incrementada, en términos de VAB, en un 75%, con un total de 126.478 viviendas construidas<sup>15</sup> y con un parque de viviendas por cada mil habitantes que ha pasado de 368 en 1991 a 416 en 2001<sup>16</sup>.

El otro flujo de materiales que ha visto incrementada su participación en el CDM ha sido el de los combustibles fósiles, que ha aumentado un 36% entre los años 1990 y 2004.

Al igual que hemos visto con los indicadores de inputs y outputs de materiales, podemos distinguir varios períodos en la evolución del CDM:

- 1990-1992: El CDM crece hasta situarse cercano a las 18 t/cap. Este período coincide con un mayor consumo de carbón (debido al incremento en la producción doméstica de electricidad) y de materiales de construcción.
- 1992-1997: Los combustibles fósiles invierten la tendencia del período anterior como consecuencia de la reducción en la demanda de carbón de los sectores siderúrgico y energético. Al mismo tiempo se produce una reducción en la cantidad de materiales excavados y destinados a rellenos.
- 1997-2004: En este período se da un incremento del 52% en el CDM del País Vasco. El crecimiento del sector de la construcción (50% VAB) se refleja en un mayor consumo de minerales (3,5 t/cap) y de materiales excavados utilizados en rellenos (1,2 t/cap). Al mismo tiempo la mayor actividad de los sectores eléctrico (por sustitución de electricidad importada por generación propia), transporte (parte del cual corresponde a vehículos en tránsito) y siderúrgico conduce a un aumento en el consumo de combustibles fósiles del orden de las 2,7 t/cap.

Como resumen, señalar que la evolución del CDM está vinculada a los cambios en la composición y nivel de actividad de los sectores siderúrgico y generación de electricidad, así como al crecimiento de los sectores construcción y el transporte.

---

<sup>14</sup> Datos procedentes de EUROSTAT (Material flow accounts)

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=0,1136239,0\\_45571447&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136239,0_45571447&_dad=portal&_schema=PORTAL)

<sup>15</sup> Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT: <http://www.eustat.es>).

<sup>16</sup> Censo de Población y Viviendas, Instituto Nacional de Estadística (INE: <http://www.ine.es>).

Iñaki Arto

A continuación se presentan los principales resultados del CDM del País Vasco analizados por tipos de materiales.

### *Combustibles fósiles*

En el año 2004 el consumo de combustibles fósiles en el País Vasco ha ascendido a 4,9 t/cap, con un incremento del 36,1% respecto a 1990. La evolución del consumo de este tipo de materiales ha estado marcada por la disminución en el consumo de hulla fruto de la reestructuración del sector siderúrgico, la sustitución de las importaciones de electricidad por generación doméstica termoeléctrica, el alto grado de penetración del gas natural en detrimento de los derivados del petróleo y el incremento en el consumo final de energía, en especial en el transporte.

### *Minerales no metálicos y excavación*

Los minerales no metálicos representan casi el 50% del CDM vasco. En su mayor parte están constituidos por materiales utilizados en la construcción, extraídos en las canteras del País Vasco. Son así mismo el flujo de materiales cuyo consumo ha aumentado en mayor cuantía desde el año 1990.

También muy ligados a la actividad de la construcción, sobre todo de obra civil, se encuentran los flujos de materiales procedentes de labores de excavación utilizados como rellenos en la construcción de infraestructuras. Estos materiales suponen en 2004 un total de 2,7 t/cap (2,3 en 1990).

### *Resto de materiales: Minerales metálicos, biomasa y otros productos*

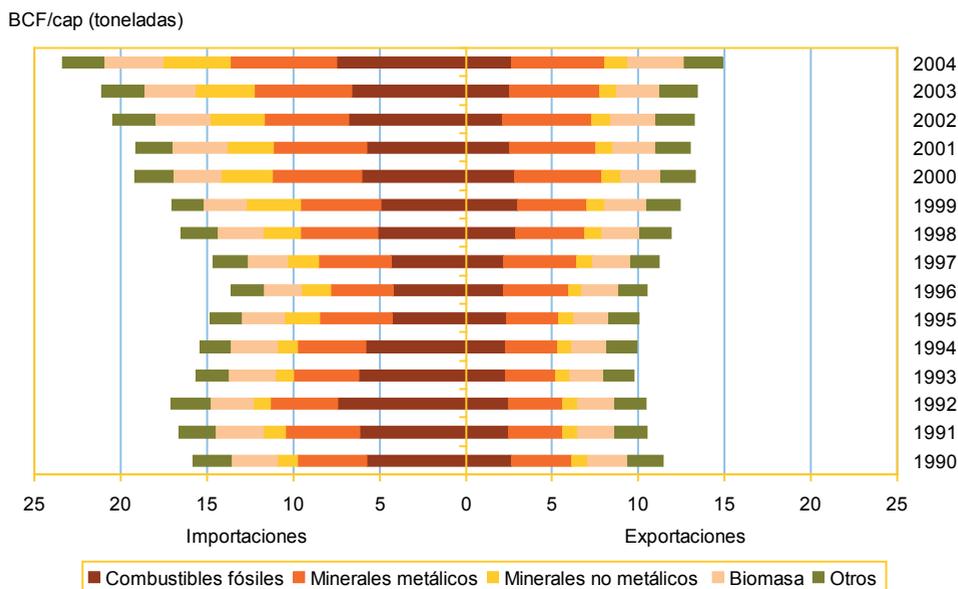
El resto de categorías de materiales consumidos han disminuido en porcentajes que van desde el 27% para el caso de los minerales metálicos (-0,3 t/cap) al 11% en el caso de la biomasa (-0,2 t/cap), pasando por el 20% para el caso de otros productos sin clasificar (-0,04 t/cap).

## **BALANZA COMERCIAL FÍSICA**

La Balanza Comercial Física representa una aproximación al grado de dependencia exterior de materiales de una economía. En el caso del País Vasco, el análisis de la BCF para el período 1990-2004 muestra la existencia de un déficit exterior de materiales crónico, creciente y en todas las categorías de materiales (Figura 5 y Figura 6).

En el año 2004 el déficit físico del País Vasco se sitúa en su máximo histórico al alcanzar las 8,5 t/cap, lo que equivale al 42% del CDM, lo que quiere decir que un 42% del consumo del País Vasco se satisface gracias a materiales procedentes del exterior. Desde el año 1990 este déficit se ha visto incrementado en un 95%.

**Figura 5:** Balanza Comercial Física del País Vasco



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

El saldo de la balanza comercial en términos físicos presenta un déficit de materiales en todos los países de la UE-15 a excepción de Suecia<sup>17</sup>. El déficit del País Vasco (8,5 t/cap), es superior al del resto de países de la UE-15, que en ningún caso superan las 6 t/cap (Bélgica y Luxemburgo 5,5 t/cap, Países Bajos 5,1 t/cap, Irlanda 4,9 t/cap y Finlandia 4,8 t/cap). En el caso del País Vasco, habría que apuntar como factores determinantes del elevado déficit, entre otros, la baja disponibilidad de recursos en relación con su población, PIB y estructura productiva.

Los combustibles fósiles constituyen la categoría de materiales en la que el País Vasco presenta un mayor déficit de materiales y es, al mismo tiempo, la partida cuyas fluctuaciones han influido en mayor medida en las oscilaciones del déficit físico comercial. El déficit en el comercio de combustibles fósiles está muy relacionado con la escasa disponibilidad de recursos energéticos<sup>18</sup> de la región en relación con los demandados por una economía caracterizada por la presencia de sectores altamente intensivos en energía.

<sup>17</sup> Datos procedentes de EUROSTAT (Material flow accounts)

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=0,1136239,0\\_45571447&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136239,0_45571447&_dad=portal&_schema=PORTAL)

<sup>18</sup> En 2004 la producción de energía primaria en el País Vasco se situó por debajo del 3% del total de energía que entró en la economía (Ente Vasco de la Energía, EVE: <http://www.eve.es>).

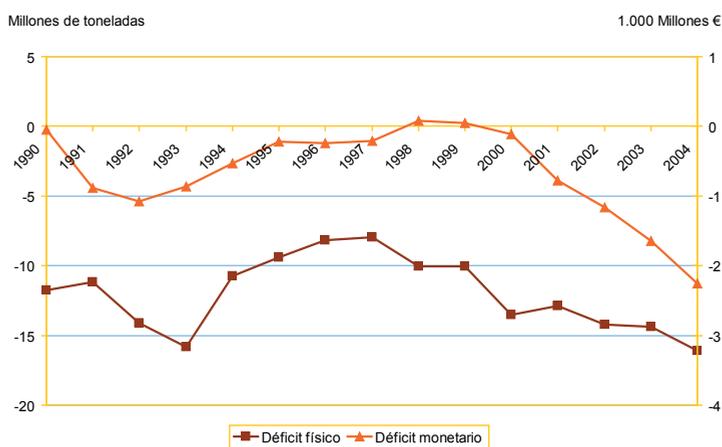
En los últimos años ha adquirido un importante peso el déficit en minerales no metálicos, que ha pasado de 0,2 t/cap en 1990 a 2,5 en 2004. En este caso, el déficit se debe a que la extracción doméstica, pese a haberse incrementado en un 52%, ha sido incapaz de satisfacer la creciente demanda de materiales del sector de la construcción.

Comparando el saldo de la balanza comercial en términos físicos y monetarios (Figura 6) podemos observar la existencia de sendos déficit exteriores tanto en términos físicos como en términos monetarios. Además, en ambos casos, el déficit sigue trayectorias paralelas.

En términos físicos, el período de reducción del déficit exterior se extiende hasta el año 1993, pero con un repunte en 1991. A partir de ese año, y hasta 1997, el déficit se incrementa sustancialmente. Como ya se ha comentado anteriormente, en esta tendencia tiene una importante influencia la evolución del comercio de combustibles fósiles.

Desde el punto de vista monetario, entre 1990 y 1998 el déficit presenta una forma de U, comenzando con un período de incremento entre 1990 y 1992, que es seguido por una etapa de reducción que se extiende hasta el año 1998. Posteriormente, a partir de 1998, el déficit exterior del País Vasco experimenta un incremento continuado hasta alcanzar su máximo en el año 2004, con una cifra cercana a los 2.250 millones de € (50 millones en 1990). La evolución del déficit monetario está especialmente influenciada por la partida correspondiente a los combustibles fósiles, que en 2004 supuso un déficit de 2.170 millones de € (610 millones en 1990).

**Figura 6:** Déficit comercial físico vs monetario del País Vasco



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

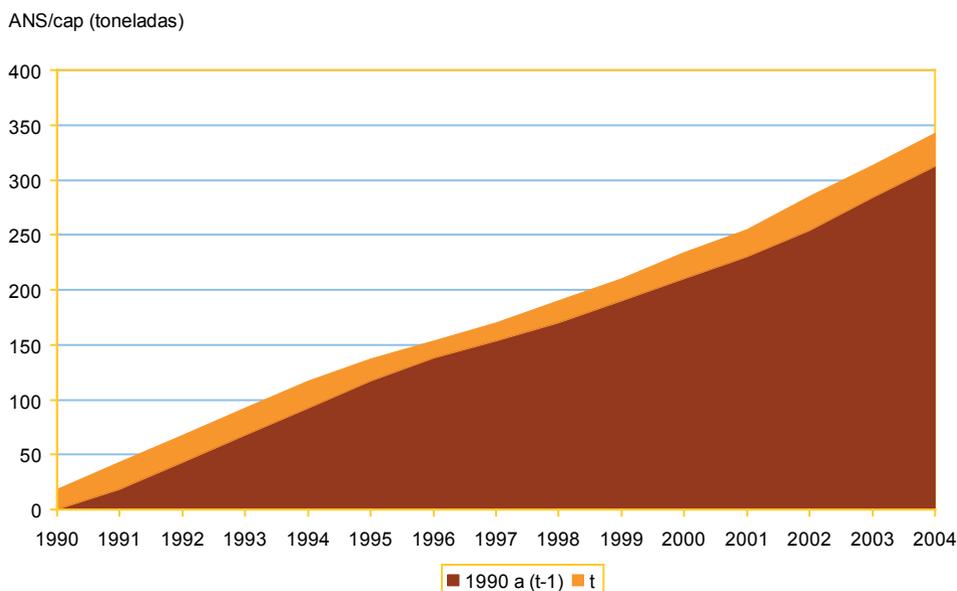
**Nota:** el balance monetario se refiere al comercio de bienes y servicios con España y el resto del mundo, y está expresado en precios corrientes.

## ACUMULACIÓN NETA DE STOCKS

En cuanto a la evolución del consumo de materiales que permanece más de un período en la economía (ANS) (Figura 7), señalar que entre 1990 y 2004 se ha incrementado en un 64%, pasando de 8,5 a 14 t/cap. Esta tendencia es consistente con la que presentan otras estadísticas de demanda final de bienes de consumo duraderos e intensivos en materiales como son las de viviendas terminadas (5.728 en 1990 frente a 14.235 en 2004) o las de matriculaciones de vehículos (62.794 en 1992 frente a 80.710 en 2004).

En el conjunto del período analizado la economía vasca ha acumulado una cantidad de materiales que en el año 2004 asciende a 312 t/cap. Esta circunstancia pone de manifiesto una situación de crecimiento continuado de la escala física de la economía vasca, alejada del equilibrio entre inputs y outputs, condición necesaria para lograr un metabolismo sostenible.

**Figura 7:** Acumulación Neta de Stocks del País Vasco



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

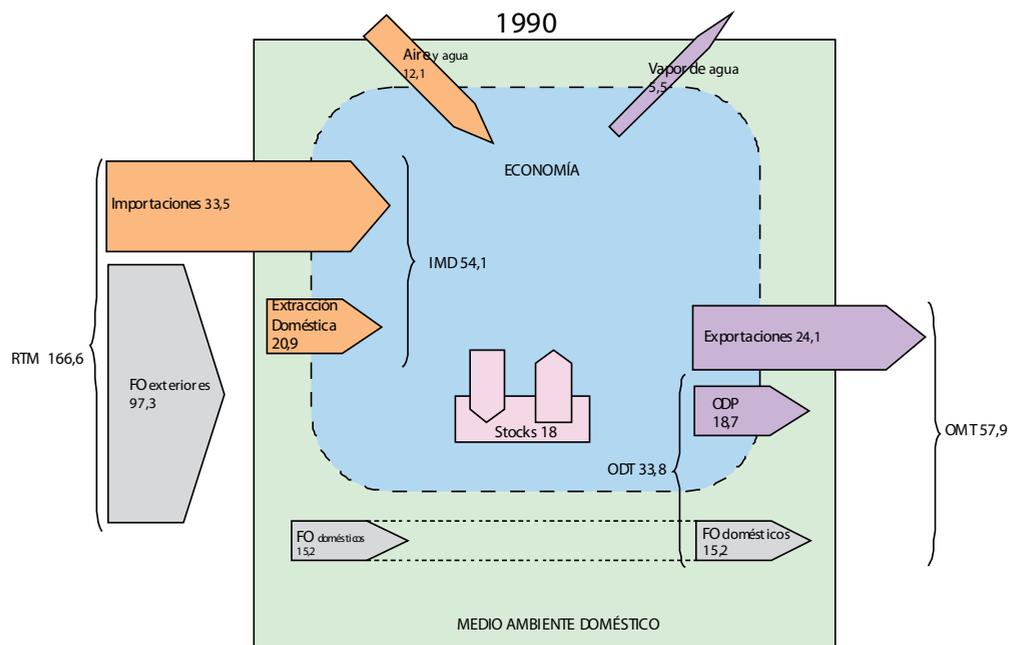
**Nota:** la ANS per cápita de un año  $t$  es la suma de la ANS de ese año y la acumulada entre los años 1990 y  $t-1$ , dividido entre la población del año  $t$ .

### BALANCE DE MATERIALES

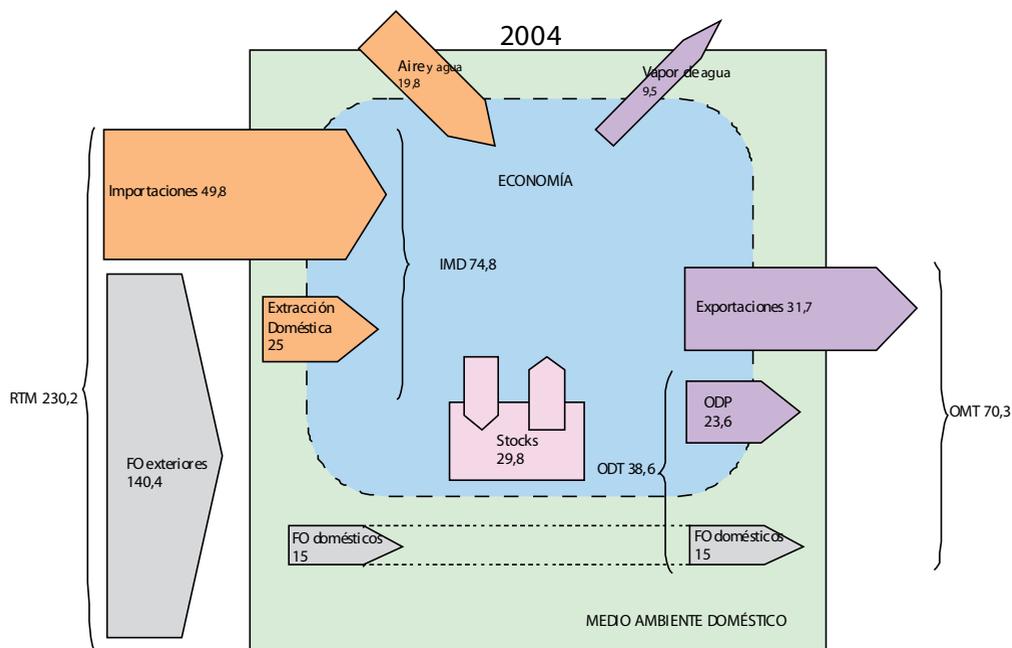
Analizando los balances del conjunto de los flujos de materiales<sup>19</sup> del País Vasco en 1990 y 2004, podemos observar el crecimiento experimentado por la escala física de la economía vasca. Así, los inputs materiales han crecido un 38% tanto en términos de RTM, como de IMD y FO. La mayor parte de este incremento ha sido consecuencia del aumento en las importaciones y en los FO que llevan asociados. Este mismo comportamiento también se observa en los flujos de salida, con incrementos en el OMT (21,4%), ODP (14,1%) y exportaciones (31,2%) (Figura 8 y Tabla del Anexo II).

Esta evolución creciente de los flujos de materiales ha coincidido en el tiempo con una situación de expansión económica (la tasa media de crecimiento del PIB real entre 1990 y 2004 ha sido del 3,8%) y un incremento del 1,7% de la población para el conjunto del período.

**Figura 8:** Balance de materiales del País Vasco. 1990 y 2004. Millones de toneladas



<sup>19</sup> Además de los indicadores de flujos de materiales analizados a lo largo de este capítulo, se han incluido los principales ítems de entradas y salidas necesarios para reconciliar inputs y outputs y que no forman parte de los indicadores anteriormente señalados (aire consumido en procesos de combustión y respiración, y evapotranspiración).



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

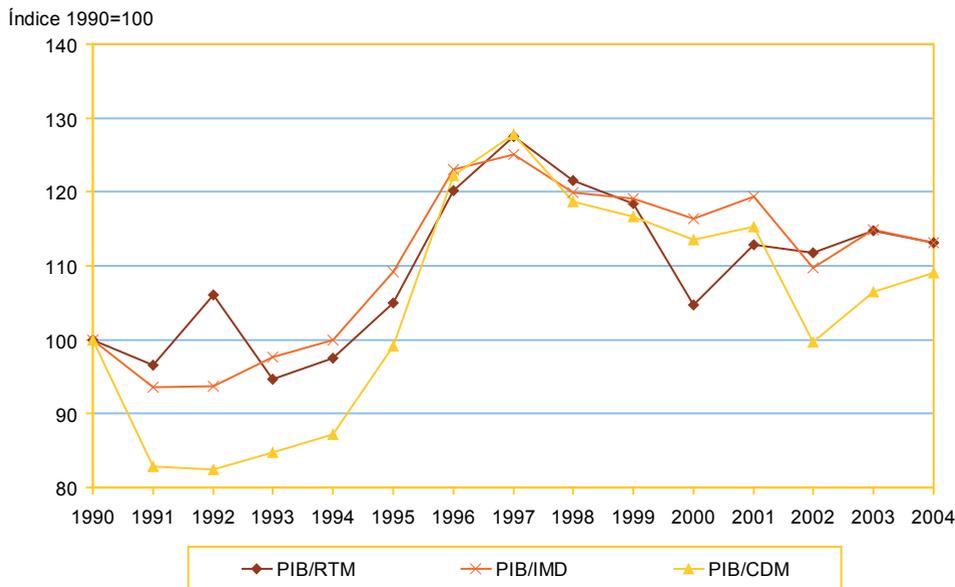
## DESMATERIALIZACIÓN

Avanzar hacia un modelo de producción y consumo sostenible requiere de una desvinculación entre la actividad de los diferentes sectores de la sociedad y el medio ambiente. Desde la perspectiva del AFM esta desvinculación se traduciría en un proceso de desmaterialización de la economía que condujese a un menor uso de materiales (RTM, IMD, CDM) y generación de residuos (ODT, ODP).

Una de las estrategias orientadas a lograr este objetivo consiste en aumentar la productividad material de los recursos. El AFM cuenta con tres indicadores para medir los avances logrados en esta dirección. Se trata de la Productividad Material (PM) medida como PIB/RTM ( $PM_{RTM}$ ), PIB/IMD ( $PM_{IMD}$ ) y PIB/CDM ( $PM_{CDM}$ ).

Analizando el periodo 1990-2004 en su conjunto, se puede observar una cierta tendencia al desacoplamiento o desvinculación relativa entre el crecimiento económico y el uso de materiales (Figura 9). En efecto, en este lapso de tiempo el PIB ha aumentado (63%) por encima de lo que lo han hecho los RTM y el IMD (37% en ambos casos) y el CDM (42%). Esto ha conducido a incrementos de la PM que van del 9% en el caso de la  $PM_{CDM}$  hasta el 13% para la  $PM_{RTM}$  y la  $PM_{IMD}$ .

**Figura 9:** Productividad Material del País Vasco



**Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes.

**Nota:** PIB a precios constantes de 2004.

En el caso de la evolución de la PM se observan dos períodos claramente diferenciados:

- 1990-1997: Este período coincide con el desmantelamiento de la siderurgia integral vasca que provoca una importante reducción en RTM, IMD y CDM. Esta tendencia a la baja se ve reforzada, en el caso de los RTM, por la disminución en el consumo de cobre y estaño en la industria vasca y, en el caso del CDM, por la reducción en el consumo de carbón en el sector energético. Sin embargo, la reducción en el uso de materiales coincide en el tiempo con un incremento del PIB que ronda el 19%. El efecto conjunto de ambas tendencias provoca un importante aumento de la PM ( $PM_{CDM}$  27,8%,  $PM_{RTM}$  27,5% y  $PM_{IMD}$  25,1%).
- 1997-2004: el crecimiento del PIB experimentado en este período (31%) está acompañado por un incremento superior en el CDM (54,8%), en los RTM (48,8%) y IMD (46,1%), fruto del aumento en la producción de las ramas metálica, construcción y energética. Como consecuencia de ello se observa una disminución de las tres PM.

Estas mismas tendencias se observan cuando se analiza la evolución de la relación existente entre los indicadores de salida de flujos de materiales (ODT y ODP) y el PIB.

## CONCLUSIONES

El conocimiento del metabolismo social resulta fundamental para avanzar hacia la desvinculación entre bienestar y degradación ambiental. Si somos capaces de comprender cómo funcionan los sistemas socioeconómicos, qué leyes los rigen y cuáles son sus interacciones con la biosfera, estaremos en condiciones de determinar cómo reestructurarlos para adaptarlos al modo en que funcionan los ecosistemas naturales.

En este artículo se ha ilustrado con un caso de estudio cómo el AFM puede contribuir al conocimiento del metabolismo social de una región. Se ha mostrado cómo tanto la estructura socioeconómica de una región (País Vasco) como su morfología condicionan la escala física de la economía. También se ha analizado en qué medida se está produciendo el necesario proceso de desvinculación entre actividad económica y degradación ambiental.

En el conjunto del período analizado (1990-2004) la escala física de la economía vasca ha aumentado en todos los indicadores analizados, desde los de consumo de recursos (RTM 37%, IMD 37% y CDM 42%), hasta los de generación de residuos y emisiones (OMT 20% y ODP, 25%), pasando por los de acumulación de stocks de materiales (ANS 42%) y el déficit del comercio físico (95%). En general, la evolución de los flujos de materiales del País Vasco está profundamente marcada por la reconversión del sector siderúrgico (cierre de la siderurgia integral y el auge de la no integral), la evolución de determinadas industrias metálicas no férreas (cobre y estaño) y de los sectores energético (en parte por la política de autoabastecimiento eléctrico) y construcción.

Es importante señalar que para el conjunto del período 1990-2004 ninguno de los indicadores de flujos de materiales considerados (RTM, IMD, ODT, ODP, CDM) disminuye en relación al PIB per cápita. Es decir, no se está consiguiendo la necesaria desvinculación entre actividad económica y uso de naturaleza propugnada por organismos como Naciones Unidas (2002), la Unión Europea (Consejo de la Unión Europea, 2006) o el propio Gobierno Vasco (2007).

En 2004 los RTM del País Vasco ascienden a 108 t/cap (cifra que en 1994 era similar a la de Alemania, Estados Unidos y Países Bajos, pero muy superior a la de España, Japón o la Unión Europea). Esta elevada escala física es un reflejo de una realidad económica en la que los sectores industrial y construcción tienen un gran relevancia. Además, en el caso de la industria, tienen especial importancia las industrias pesadas. Se trata de sectores altamente intensivos en materiales como las ramas metálica, mecánica o material de transporte. Estos sectores demandan grandes cantidades de

materiales de origen metálico, que llevan asociados elevados FO. Por otra parte, cabe señalar que en este tipo de análisis la escala condiciona en gran medida la comparabilidad de los resultados. En este caso se están comparando los resultados de una región como es el País Vasco con los de otras que en su mayoría son estados, con mayor población y superficie, y cuyas economías están más diversificadas y articuladas.

La mayor parte de los RTM del País Vasco (83%) proceden del exterior, lo que pone de manifiesto la elevada dependencia de recursos exteriores. Entre los factores que justifican esta elevada dependencia cabe destacar: el tamaño de la región en relación con su situación socioeconómica, la tipología de recursos disponibles en relación con los demandados, el fuerte componente industrial de la economía vasca, el elevado grado de especialización del sector industrial y la propia articulación interna de la economía.

Por otro lado, la metabolización de los RTM requiere de importantes cantidades de energía que, en el caso del País Vasco, proceden principalmente de fuentes fósiles cuya combustión genera una serie de contaminantes atmosféricos (principalmente CO<sub>2</sub>). De la misma forma, la composición y nivel de actividad del tejido industrial vasco conlleva la producción de un conjunto de residuos y la emisión de una serie de sustancias que por sus características físico-químicas resultan potencialmente peligrosas para la salud humana y los ecosistemas.

En este trabajo se ha mostrado cómo el AFM permite establecer ciertas relaciones entre la evolución de la estructura económica y la demanda de recursos naturales y servicios ecológicos. Sin embargo, se hace necesario avanzar en la estrategia del conocimiento del metabolismo de la sociedad vasca, para posteriormente implementar otro tipo de estrategias que contribuyan a la sostenibilidad (estrategia tecnológica, estrategia ecosistémica, estrategia integrada de producto, etc.). En este sentido habría que profundizar en el análisis tanto de determinado tipo de sustancias, como intra e inter-sectorial. Para ello resultaría de especial importancia la elaboración de Tablas Físicas Input-Output. La utilización de este tipo de herramientas en conjunción con técnicas del análisis input-output, facilitaría la contabilización de los flujos indirectos de materiales asociados a los productos, mejorándose de esta forma la calidad de la información aportada por los indicadores de flujos de materiales.

Por otro lado, algunos de los resultados derivados del AFM del País Vasco pueden orientar a las autoridades públicas a la hora de avanzar en otro tipo de estrategias orientadas a la reducción de los flujos de materiales asociados a la actividad socioeconómica (desmaterialización). Por ejemplo, la elevada intensidad en residuos de la industria vasca plantea la necesidad/oportunidad de estudiar las posibilidades de implementación de estrategias ecosistémicas orientadas a cerrar los flujos de materiales a través de la creación de ecosistemas industriales en los que los residuos de una empresa son utilizados como materia prima por otras (Ayres, 2002).

Así mismo, se han detectado determinadas sustancias con un elevado potencial contaminante cuyos flujos deberían ser estudiados con mayor detalle, en especial emisiones a la atmósfera y al agua procedentes del sector industrial. De igual forma, se han identificado actividades especialmente intensivas en materiales cuyos consumos de recursos podrían ser reducidos a través de estrategias de producto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adriaanse, A., Brigenzu, S., Hammond, A., Moriguchi, Y., Rodenburg, E., Rogich, D., Schütz, H. (1997). *Resource flows. The material basis of industrial economies*. World Resource Institute, Washington D.C.
- Almenar R., Bono E., García E. (1998). *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*. Fundació Bancaixa, Valencia.
- Alonso, F., Bailón, L. (2003). *Balance y cuentas de flujos de materiales*. Documentos de Trabajo 3/03. INE, Madrid.
- Arto, I. (2002). *Necesidad Total de Materiales de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. NTM 2002. Serie Programa Marco Ambiental nº7. Sociedad Pública de Gestión Ambiental – IHOBE, Bilbao.
- Arto, I. (2003). *Requerimientos Totales de Materiales en el País Vasco*. *Economía Industrial* 351, 27-58.
- Ayres, R. U. (1989). *Industrial metabolism*. En *Technology and environment*. Ausubel, J., Sladovich, H. (eds.). National Academy Press, Washington, DC.
- Ayres, R. U. (2002). *On industrial ecosystems*. En *A Handbook of industrial ecology*. Ayres, R. U., Ayres, L. W. (eds.). Edwars Elgar, Cheltenham, UK.
- Ballester, F., Capote, A. (2001). *Movimiento de tierras. Su tecnología*. Universidad de Cantabria. Departamento de transportes y Tecnología de proyectos.
- Bartelmus, P. (2003). *EEA-2003: Accounting for sustainable development? Ecological Economics* 61, 613-616.
- Bounkhay, M., López, M. J. (2006). *La comptabilité des flux de matières en Région wallonne*. Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable (ICEDD asbl).
- Bringezu, S., Schütz, H. (2001a). *Material use indicators for the European Union*. Working Paper nº 2/2001/B/2. Eurostat, Luxembourg.
- Bringezu, S., Schütz, H. (2001b). *Total Material Requirement of the European Union*. European Environment Agency, Copenhagen.
- Bringezu, S., Schütz, H. (2001c). *Total Material Requirement of the European Union. Technical part*. European Environment Agency, Copenhagen.
- Bringezu, S., Schütz, H. (2008). *Final report: Resource consumption of Germany – indicators and definitons*. Federal Environment Agency, Dessa-Roblau.
- Bringezu, S., Schütz, H., Moll, S. (2003). *Rationale for and interpretation of economy-wide materials flow analysis and derived indicators*. *Journal of Industrial Ecology* 7, 2, 43-64.
- Cañellas, S., Gonzalez A.C., Puig, I., Russi, D., Sendra, C., Sojo, A. (2004). *Material flow accounting of Spain*. *International Journal of Global Environmental Issues* 4, 229-239.
- Carpintero, O. (2002). *La sostenibilidad ambiental de la economía española: Flujos de*

Iñaki Arto

energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995. Texto presentado al IX Simposio de Historia Económica celebrado en Barcelona el 6 y 7 de junio de 2002.

Carpintero, O. (2003). Los requerimientos totales de materiales de la economía española. Una visión a largo plazo: 1955-2000. *Economía Industrial* 351, 115-128.

Carpintero, O. (2005). El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000). Fundación César Manrique.

Comisión de las Comunidades Europeas (2000). Decisión de la Comisión, de 17 de Julio de 2000, relativa a la realización de un Inventario Europeo de Emisiones Contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC) (2000/479/CE). DOCE 192/L de 28-07-2000.

Consejo de la Unión Europea (2006). Estrategia revisada de la UE para un desarrollo sostenible. DOC 10917/06.

Doldán X. (2003). Energía, materiales y agua en la industria manufacturera gallega. *Economía Industrial* 352 ,25-45.

EUROSTAT (2001). Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide. European Communities, Luxembourg.

EUROSTAT (2002). Material use in the European Union 1980-2000: Indicators and analysis. European Communities, Luxembourg.

EUROSTAT (2007). Measuring progress towards a more sustainable Europe. 2007 monitoring report of the EU sustainable development strategy. European Communities, Luxembourg.

Fischer-Kowalski, M. (1998). Society's metabolism: The intellectual history of materials flow analysis, Part I: 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology* 2, 1, 61-78.

Fischer-Kowalski, M., Hüttler W. (1998). Society's metabolism: The intellectual history of materials flow analysis, Part II, 1970-1998. *Journal of Industrial Ecology* 2, 4, 107-136.

Frosch, R. A., Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American* 261, 144-152.

Gazley, I., Bhuvanendran, D. (2005). Trends in UK material flows between 1970 and 2003. Office for National Statistics (ed.). *Economic Trends* 619, 39-47.

Gobierno Vasco (2005). Estado del medio ambiente en la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (ed.), Bilbao.

Gobierno Vasco (2007). II Programa Marco Ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2007-2010. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (ed.), Bilbao.

Hercowitz, M. (2003). Metabolismo social y turístico de Lanzarote. Cabildo de Lanzarote, Lanzarote.

ICONA (1987). Mapas de estados erosivos: cuenca hidrográfica del Ebro. Ministerio de

Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

ICONA (1990). Mapas de estados erosivos: cuenca hidrográfica del Norte de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

INE (2007). Cuentas de flujos de materiales. Serie 2000-2004. Instituto Nacional de Estadística.

ISTAT (2007). Flussi di materia dell'economia italiana. Anni 1980-2004. Istituto nazionale di statistica.

Mäenpää, I. (2002). Physical Input-Output Tables of Finland 1995 – solutions to some basic methodological problems. Fourteenth International Conference on Input-Output Techniques October 10-15, 2002, Montréal, Canada.

Mäenpää, I., Juutinen, A. (2002). Materials flows in Finland. Resource use in a small open economy. *Journal of Industrial Ecology* 5, 3, 33-48.

Martínez Alier, J. (2004). El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración. Icaria editorial, S.A., Barcelona.

Matthews, E., Amann, C., Fischer-Kowalski, M., Hüttler, W., Kleijn, R., Moriguchi, Y., Ottke, C., Rodenburg, E., Rodich, R., Schandl, H., van der Voet, E., Weisz, H., (2000). The weight of nations. Material outflows from industrial economies. World Resources Institute, Washington D.C.

Mayerat, A. M. (2007). Flux de matières en Suisse. Consommation de ressources par l'économie suisse entre 1990 et 2005. Office fédéral de la statistique (OFS), Neuchâtel.

Naciones Unidas (1993). Earth Summit: Agenda 21, the United Nations programme of action from Rio. United Nations, New York.

Naciones Unidas (2002). Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development. En Report of the World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002. United Nations, New York.

Naredo J.M., Frías J. (1988). Los flujos de materiales, los flujos de energía y los residuos. Comunidad de Madrid, Consejería de Economía, Documento de trabajo.

Naredo J.M., Frías J., (2003). El metabolismo económico de la conurbación madrileña. 1984-2001. *Economía Industrial* 351, 87-114.

Sendra, C., Gabarrell, X., Vicent, T. (2006). Análisis de los flujos de materiales de una región: Cataluña (1996-2000). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 4, 43-54.

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy (2002). Resource use and efficiency of the UK economy. Department of Environment, Food and Rural Affairs, London.

## **ANEXO I: METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para la contabilización de los flujos de materiales de País Vasco se ha seguido la metodología establecida por la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (Bringezu y Schütz, 2001c) y EUROSTAT (2001). Sin embargo, esta metodología ha sido adaptada a las especificidades del País Vasco, sobre todo en lo que al cálculo de los RTM se refiere. Estas modificaciones metodológicas, a pesar de complicar en cierta manera el cálculo de los RTM, aportan mejoras significativas en la calidad de los resultados. Mejoras que se traducen, en última instancia, en un mayor acercamiento de los indicadores a la realidad del metabolismo social del País Vasco.

Siguiendo la metodología de la AEMA se han establecido dos principales categorías de flujos de materiales: domésticos y exteriores. De esta forma se han obtenido los componentes doméstico y exterior de los RTM, que representan una medida de la localización geográfica de las presiones ejercidas sobre el medio ambiente por la actividad económica vasca. También indican el grado de dependencia en materia de recursos de la economía.

Los RTM domésticos, a su vez, se han dividido en IMD doméstico y FO domésticos. El IMD doméstico recoge la extracción doméstica de materias primas de origen biótico (agricultura, selvicultura, otros productos forestales, apicultura, caza, pesca fluvial, pesca marítima) y abiótico (minería y materiales procedentes de la excavación utilizados en la construcción). Habitualmente se contabiliza todo el material excavado como FO; sin embargo, en el País Vasco se ha comprobado cómo, en el caso de la construcción de infraestructuras, gran parte del material excavado se utiliza para rellenos (sustituyendo a materiales de cantera), y, por tanto, esa parte se ha contabilizado como IMD.

Los FO domésticos son los materiales desplazados en el País Vasco como consecuencia de la extracción del IMD doméstico y que no entran en la economía. Los principales FO contabilizados incluyen la erosión debida a la agricultura, los descartes en la pesca marítima (devolución al mar de capturas que no alcanzan las tallas comerciales o permitidas, y/o de capturas de especies no deseadas por su escaso o nulo valor económico), los desplazamientos de la sobrecarga (material excavado para acceder a los yacimientos) en minería, los residuos de perforación y la cantidad de gas quemada y/o reinyectada en la extracción de gas natural, los materiales sobrantes en la excavación para la construcción de infraestructuras y edificios, y los materiales provenientes de las operaciones de dragado.

En los RTM exteriores también se ha establecido la distinción entre IMD exterior y FO exteriores. El IMD exterior está compuesto por las importaciones del País Vasco con origen en el resto del mundo y en el resto del estado. Estas importaciones son materias primas, semimanufacturas y productos de origen tanto biótico (materiales de origen animal y vegetal), como abiótico (minerales metálicos y no metálicos, combustibles fósiles y electricidad). Los materiales que no encajan en una de estas dos categorías se engloban bajo el epígrafe "otros". En cuanto a los FO asociados a las importaciones, se definen como el conjunto de materiales desplazados en otras regiones para obtener los materiales importados. Para el cálculo de estos FO se han utilizado coeficientes

provenientes de las bases de datos del Wuppertal Institute. Estos coeficientes varían en función del tipo de materiales a que se refieran, de su grado de procesamiento, de su procedencia y del año en que se importaron.

Como ya se ha apuntado anteriormente, esta metodología ha tenido que ser adaptada para su aplicación al País Vasco. Entre las modificaciones incluidas cabe destacar la utilización de coeficientes específicos para el cálculo de la erosión debida a la agricultura, la introducción de un nuevo método para el cálculo de la excavación debida a la construcción de infraestructuras y edificios, la recopilación de datos sobre actividades de dragado, y la contabilización de las importaciones (y de los FO asociados a éstas) procedentes del resto del estado.

En la guía metodológica de la AEMA se establecen unos coeficientes de erosión para 12 países de la Unión Europea. Estos coeficientes recogen las toneladas de materia erosionada por unidad de superficie cultivada y según el tipo de cultivo de que se trate (tubérculos, remolacha azucarera, remolacha forrajera, maíz forrajero y otros cultivos). Sin embargo, al contrastar los ratios establecidos para España con los coeficientes de los mapas de estados erosivos de las diferentes cuencas hidrográficas se observaron importantes diferencias. Es por esto que se optó por utilizar los coeficientes de erosión procedentes de los mapas de estados erosivos de las cuencas hidrográficas del Ebro (ICONA, 1987), para el cálculo de la erosión en Álava, y del Norte de España (ICONA, 1990), para el resto del territorio.

Para el cálculo del material excavado, la AEMA propone la utilización de una serie de ratios que relacionan material excavado con Valor Añadido Bruto (VAB) del sector de la construcción. Estos datos se encuentran disponibles para un número reducido de países, utilizándose el valor medio de éstos coeficientes para el cálculo de la excavación en el resto de países. Dadas las peculiaridades topográficas del País Vasco, se concluyó que era necesario establecer unos coeficientes de excavación específicos para la región. Para ello se consultaron los balances de movimientos de tierras y el presupuesto de ejecución de 45 proyectos de construcción de infraestructuras en el País Vasco. De esta forma se obtuvieron unos coeficientes de excavación que relacionaban, para cada una de las provincias vascas, el gasto en infraestructuras con el material excavado. Finalmente, el volumen total de material excavado en la construcción de infraestructuras se obtuvo multiplicando estos coeficientes por el gasto en infraestructuras de cada año, descontando la tasa de inflación. De estas mismas fuentes se tomaron los datos para contabilizar qué proporción de estos materiales son IMD, y son utilizados como rellenos, y qué proporción son FO, y van a parar a escombreras.

En el caso de la excavación para la construcción de edificios, en primer lugar, se procedió a estimar el precio medio de la excavación de una tonelada de materiales. Para ello se utilizaron los datos de los balances de movimientos de tierras anteriormente mencionados y se asumió que el movimiento de tierras supone un 30% (Ballester y Capote, 2001) del total del presupuesto ejecutado. Para el cálculo del total de materiales excavados en este tipo de construcciones se cruzaron estos datos con los de gasto en construcción de viviendas y edificios, y se supuso que el 1,8% (Ballester y Capote, 2001) de estos gastos corresponden a movimientos de tierras. Para este tipo de excavación no se hizo distinción entre IMD y FO.

Iñaki Arto

Para la estimación del material desplazado en las actividades de dragado, la AEMA utiliza el ratio de material dragado por unidad de VAB del sector construcción alemán en 1990. En el caso del País Vasco se ha tenido acceso a los datos de material dragado de los dos principales puertos vascos (Bilbao y Pasajes).

A continuación se señalan las fuentes de información utilizadas para la contabilización de los flujos de materiales, acompañadas de una breve explicación metodológica de los cálculos realizados para dicha contabilización.

## ANEXO II: TABLA RESUMEN DE FLUJOS DE MATERIALES DEL PAÍS VASCO

Flujos de Materiales	Consideraciones
<b>RTM</b>	<b>RTM = RTM doméstico + RTM exterior = IMD + FO</b> <b>IMD = Extracción doméstica + Importaciones</b> <b>DO = FO domésticos + FO importados</b>
RTM doméstico	RTM domésticos = IMD doméstico + FO domésticos
Extracción Doméstica	ED = ED biótica + ED abiótico
ED biótica	ED biótica = Agricultura + Otros bióticos
<p><i>Agricultura: Cereales, Leguminosas grano, Tubérculos para consumo humano, Cultivos industriales, Cultivos forrajeros, Hortalizas, Flores y plantas ornamentales, Cítricos, Frutas frescas no cítricos, Frutos secos, Viñedo, Olivar, Otros cultivos leñosos</i></p>	
<p>Para los datos históricos se ha utilizado el Anuario de Estadística Agroalimentaria. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (antes Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).</p> <p>En los últimos años se obtienen los datos directamente de IKT, organismo encargado de facilitar al Ministerio la información correspondiente al País Vasco (IKT).</p> <p>Se incluye información de un total de 141 cultivos por cada una de las tres provincias vascas.</p> <p>La categoría "Cereales" incluye la paja cosechada.</p> <p>Hay dos tipos de cultivos (Cultivos forrajeros pastados y Barbechos, rastrojeras y otros aprovechamientos pastados) cuyas unidades son "peso vivo mantenido" (t de ganado mayor/año). Para pasar a biomasa pastada (t/año) se han utilizado los siguientes factores de conversión:</p> <p>1 t de peso vivo equivale a 2 unidades de ganado mayor de 500kg.</p> <p>1 unidad de ganado mayor de 500 kg necesita 2.600 Unidades Forrajeras al año.</p> <p>1 kg. De pasto tiene 0,16 Unidades Forrajeras.</p> <p>Por tanto, 1 t/año de peso vivo mantenido equivale a 32,5 t/año de biomasa pastada.</p> <p>Los cuatro cultivos incluidos en la categoría Flores y plantas ornamentales vienen expresados en "miles de docenas" o "miles de plantas". Para convertir estas unidades a unidades de masa, se han utilizado las estadísticas de comercio exterior expresadas en unidades y en peso para el período 1997-1999 resultando los siguientes factores de conversión:</p> <p>Rosa: 0,529 t/1.000 docenas.</p> <p>Claveles: 0,277 t/1.000 docenas.</p> <p>Para el resto de cultivos (Otras flores y Plantas ornamentales) no se disponía de factores de conversión y no se han contabilizado.</p> <p>Respecto a la paja asociada a la producción de cereales, se ha contabilizada la incluida como "paja cosechada" en la información suministrada por IKT.</p>	

<p><i>Otros bióticos: Selvicultura, Otros productos forestales, Caza, Pesca aguas continentales, Pesca aguas marinas bajura, Pesca aguas marinas altura, Apicultura</i></p> <p>Para los datos históricos se ha utilizado el Anuario de Estadística Agroalimentaria. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (antes Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).</p> <p>En los últimos años se obtienen los datos directamente de IKT, organismo encargado de facilitar al Ministerio la información correspondiente al País Vasco (IKT).</p> <p>Toda la información correspondiente a pesca en aguas marinas procede de IKT.</p> <p>Se recoge información de un total de 59 aprovechamientos distintos por provincia.</p> <p>La "Madera" suele venir expresada en metros cúbicos con corteza. Para pasar a toneladas de madera se han utilizado los siguientes factores de conversión (Bringezu y Schütz, 2001c):</p> <p>1 m<sup>3</sup> de madera de coníferas 0,75 t de madera.</p> <p>1 m<sup>3</sup> de madera de frondosas 0,85 t de madera.</p> <p>La leña suele venir expresadas en estéreos con corteza. Para pasar a toneladas de leña se han utilizado los siguientes factores de conversión:</p> <p>1 estéreo 0,7 m<sup>3</sup> de leña (Guindeo Casasús, Antonio. comunicación personal)</p> <p>1 m<sup>3</sup> de leña de coníferas 0,75 t de madera.</p> <p>1 m<sup>3</sup> de leña de frondosas 0,85 t de madera.</p> <p>Por tanto, 1 estéreo de coníferas equivale a 0,525 t de leña y 1 estéreo de frondosas equivale a 0,595 t de leña.</p> <p>Los aprovechamientos de "Pastizales", "Pasto monte abierto", "Pasto monte leñoso" y "Erial a pastos" vienen expresados en "peso vivo mantenido". Para su transformación en el equivalente pastado se ha utilizado el factor de 32,5 t/t anteriormente mencionado.</p>	
ED abiótica	ED abiótico = Minería + Excavación (IMD)
<p><i>Minería: Energéticos, Metálicos, Industriales, Construcción</i></p>	
<p>Estadística Minera de España del Ministerio de Industria, Ciencia y Tecnología (anteriormente publicada por el Ministerio de Economía).</p> <p>Se incluye información de la extracción por provincia de un total de 26 minerales.</p> <p>Los datos estadísticos de extracción de gas vienen expresados en 1000 Nm<sup>3</sup>. Para pasar a t se ha supuesto una densidad del gas natural de 0,85 kg/Nm<sup>3</sup> (Bringezu y Schütz, 2001c).</p> <p>Se ha contabilizado como ED el total de mineral en bruto extraído.</p>	
<p><i>Excavación (IMD): Edificios, Infraestructuras</i></p>	
<p>Ver información de cálculo contenida en el texto.</p>	
FO domésticos	FO domésticos = Erosión + Descartes+ Minería + Dragado + Excavación (FO)
<p><i>Erosión: Cultivos herbáceos de secano, Cultivos herbáceos de regadío, Cultivos leñosos de secano, Cultivos leñosos de regadío, Barbechos y otras tierras no ocupadas, Prados naturales, Pastizales, Monte maderable, Monte abierto, Monte leñoso, Asociación de cultivos herbáceos o barbecho con monte abierto, Erial a pastos, Espartizal</i></p>	

<p>Se incluye información correspondiente a la superficie cultivada en 13 categorías y por provincia. Para obtener la erosión anual por tipo de cultivo se han utilizado los siguientes coeficientes de erosión (La primera cifra corresponde a Álava y la segunda a Gipuzkoa y Bizkaia):</p> <p>Cultivos herbáceos de secano: 36,523; 14,36                  Cultivos herbáceos de regadío: 4,441; 0,393                  Cultivos leñosos de secano: 34,435; 13,419                  Cultivos leñosos de regadío: 4,441; 0,393                  Barbechos y otras tierras no ocupadas: 18,015; 7,612                  Prados naturales: 10,336; 0,297                  Pastizales: 10,336; 0,297                  Monte maderable: 0; 0                  Monte abierto: 18,015; 7,6127                  Monte leñoso: 0; 0                  Asociación de cultivos herbáceos o barbecho con monte abierto: 18,015; 7,612                  Erial a pastos: 18,015; 7,612                  Espartizal: 18,015; 7,612</p>	
<p><i>Descartes: Pesca de bajura, Pesca de altura</i></p>	
<p>La estimación de los descartes se ha realizado multiplicando el total de capturas por un coeficiente de descartes 0,25 t/t (Bringezu y Schütz, 2001c).</p>	
<p><i>Minería: Energéticos, Metálicos, Industriales, Construcción</i></p>	
<p>Para el cálculo de los FO de la minería doméstica se han utilizado los coeficientes incluidos en Bringezu y Schütz (2001c) para esta categoría. Se ha contabilizado FO la sobrecarga.</p>	
<p><i>Dragado: Bilbao, Pasajes</i></p>	
<p>Autoridad Portuaria de Bilbao.                  Autoridad Portuaria de Pasajes.                  Se incluye el material dragado en los dos principales puertos del País Vasco.                  Estos datos vienen expresados originalmente en m<sup>3</sup>. Para la conversión en t se han utilizado los factores disponibles para USA:                  Densidad del material dragado oscila entre 1.400-2.200 gr/l, o lo que es lo mismo. 1,4-2,2 t/m<sup>3</sup>. El factor de conversión utilizado es la densidad media: 1,8 t/m<sup>3</sup> (Adriaanse et al., 1997).</p>	
<p><i>Excavación (FO): Edificios, Infraestructuras</i></p>	
<p>Ver información de cálculo contenida en el texto.</p>	
RTM exterior	RTM exterior = IMD exterior + FO importados
IMD exterior	IMD exterior = Importaciones Resto del Mundo + Importaciones Resto del Estado

<p><i>Importaciones Resto del Mundo: Agricultura materias primas, Selvicultura materias primas, Animales materias primas, Combustibles fósiles materias primas, Minerales metálicos materias primas, Minerales no metálicos materias primas, Selvicultura semimanufacturas, Combustibles semimanufacturas, Minerales metálicos semimanufacturas, Minerales no metálicos semimanufacturas, Selvicultura productos, Agricultura vegetales productos, Agricultura animales productos, Animales productos, Bióticos otros, Abióticos otros, Otros productos</i></p>	
<p>Estadísticas de Comercio Exterior (Agencia Tributaria). Incluye información sobre las importaciones del resto del mundo agrupadas en 366 tipos de productos. En algunos casos, para el posterior cálculo de los FO, también se incluye el país de origen.</p>	
<p><i>Importaciones Resto del Estado: Biomasa, Combustibles fósiles, Minerales metálicos, Minerales no metálicos, Otros, Electricidad</i></p>	
<p>Hasta 1995 estimación propia. A partir de 1995, base de datos de comercio interregional C-interreg elaborada por el Centro de Predicción Económica (CEPREDE). Ente Vasco de la Energía (Electricidad). Recoge los flujos de las importaciones agrupadas en 17 tipos de productos con origen en el resto del estado. Para la estimación de las importaciones anteriores a 1995 se han utilizado datos de comercio con el resto del estado en unidades monetarias procedentes de las Tablas Input Output del País Vasco elaboradas por EUSTAT. Para transformar las unidades monetarias en unidades físicas, se utilizaron las relaciones valor-cantidad de las exportaciones, de cada una de las citadas ramas del resto del estado (excluido el País Vasco) al resto del mundo. Esta operación se ha realizado para el período 1990-1995. A partir de aquí se ha calculado el incremento interanual en las importaciones por tipo de producto. La estimación final de las importaciones se ha realizado aplicando hacia atrás a los datos del año 1995 procedentes de C-interreg los incrementos interanuales estimados para el período 1990-1995.</p>	
FO importados	$FO \text{ importados} = FO \text{ importaciones Resto del Mundo} + FO \text{ importaciones Resto del Estado}$
<p><i>FO importaciones Resto del Mundo: Agricultura materias primas, Animales materias primas, Combustibles fósiles materias primas, Minerales metálicos materias primas, Minerales no metálicos materias primas, Combustibles semimanufacturas, Minerales metálicos semimanufacturas, Minerales no metálicos semimanufacturas, Agricultura vegetales productos, Agricultura animales productos, Animales productos</i></p>	
<p>Se han contabilizado los FO (incluidos parte de los indirectos) de un total de 178 productos, en algunos casos teniendo en cuenta el país de origen, siguiendo la metodología recogida en Bringezu y Schütz (2001c) y utilizando las bases de datos del Wuppertal Institute. Para 40 de los productos correspondientes a las categorías "Agricultura vegetales productos" y "Agricultura animales productos" se ha contabilizado como FO parte de los flujos indirectos, de acuerdo con la información contenida en las bases de datos del Wuppertal Institute y Bringezu y Schütz (2001c). Para 32 de los productos recogidos en las categorías "Combustibles semimanufacturas", "Minerales metálicos semimanufacturas", "Minerales no metálicos semimanufacturas" se han incluido dentro de los FO parte de los flujos indirectos, de acuerdo con la información contenida en las bases de datos del Wuppertal Institute y Bringezu y Schütz (2001c).</p>	
<p><i>FO importaciones Resto del Estado: Biomasa, Combustibles fósiles, Minerales metálicos, Minerales no metálicos, Otros, Electricidad</i></p>	
<p>Para la estimación de los FO de las importaciones del resto del estado se han utilizado los ratios de FO agregados correspondientes a las importaciones del resto del mundo.</p>	

Iñaki Arto

OMT	OMT = ODT + Exportaciones
ODT	ODT = ODP + FO domésticos
ODP	
<p><i>Emisiones aire: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> exc. vertederos, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, COVNM inc. Disolventes, CO, PM, NH<sub>3</sub> exc. N de fertilizantes, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> renovables, Resto</i></p>	
<p>Inventarios de emisiones del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco y EPER-Euskadi y Ente Vasco de la Energía. Incluye un total de 45 sustancias contaminantes emitidas a la atmósfera.</p>	
<p><i>Emisiones agua: Cloruros, Carbono Orgánico Total, Nitrógeno total, Fósforo total, Compuestos organohalogenados, etc., Fluoruros, Zinc y sus compuestos, Resto</i></p>	
<p>EPER y estimación a partir de datos del INE y del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco. Incluye un total de 32 sustancias contaminantes emitidas al medio acuático. Las emisiones directas al medio acuático procedentes del sector industrial provienen del inventario EPER. Las emisiones procedentes de aguas residuales del año 2004 se han tomado del INE. Las emisiones procedentes de la red aguas residuales para el resto se han estimado de la siguiente forma. Se han tomado los datos del INE sobre Emisiones con y sin tratamiento de Sólidos en suspensión, Nitrógeno total y Fósforo total para el año 2004. A partir de aquí teniendo en cuenta la población conectada y no conectada a la red de saneamiento en el año 2004 se ha estimado las emisiones por habitante en función de si está conectado o no a la red de saneamiento. Finalmente se han estimado las emisiones totales multiplicando los coeficientes de emisión anteriores por los datos históricos de población conectada y no conecta a la red de saneamiento.</p>	
<p><i>Vertido residuos: Residuos urbanos, Residuos no peligrosos, Residuos peligrosos, Residuos de construcción y demolición</i></p>	
<p>Inventarios de residuos del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco. Se incluyen el total de residuos enviados a vertedero agrupados en 470 categorías. Los datos se complementan con información sobre el volumen de residuos reciclados e incinerados (que no forma parte del ODP). Los Residuos de Construcción y Demolición sólo estaban disponibles para el año 2005. Partiendo de esta información y del VAB generado por el sector entre 1990 y 2005 se ha estimado este tipo de residuos para la serie 1990-2004.</p>	
<p><i>Pérdidas disipativas: Fertilizantes, Estiércol, Fitosanitarios, Semillas, Lodos de depuradora utilizados como fertilizantes, Sal disipada en carreteras</i></p>	
<p>IKT, Diputaciones Forales e Álava, Gipuzkoa y Bizkaia. Se incluyen un total de 22 usos disipativos. Las estadísticas agrícolas recogen datos sobre ventas de fertilizantes y fitosanitarios, que a escala regional difieren de los datos reales de consumo. Es por esto que se han utilizado datos de consumo estimados por IKT. Los datos de sal utilizada en las carreteras vascas proceden de las Diputaciones Forales. Se ha supuesto una utilización anual constante e igual a la del año 2005.</p>	
FO domésticos	Ya descrito en RTM=> RTM doméstico=> FO domésticos

Exportaciones	Exportaciones = Exportaciones al Resto del Mundo + Exportaciones al resto del Estado
<p><i>Exportaciones Resto del Mundo: Agricultura materias primas, Selvicultura materias primas, Animales materias primas, Combustibles fósiles materias primas, Minerales metálicos materias primas, Minerales no metálicos materias primas, Selvicultura semimanufacturas, Combustibles semimanufacturas, Minerales metálicos semimanufacturas, Minerales no metálicos semimanufacturas, Selvicultura productos, Agricultura vegetales productos, Agricultura animales productos, Animales productos, Bióticos otros, Abióticos otros, Otros productos</i></p>	
<p>Estadísticas de Comercio Exterior (Agencia Tributaria)                  Incluye información sobre las exportaciones al resto del mundo agrupadas en 366 tipos de productos.</p>	
<p><i>Exportaciones Resto del Estado: Biomasa, Combustibles fósiles, Minerales metálicos, Minerales no metálicos, Otros, Electricidad</i></p>	
<p>Hasta 1995 estimación propia.                  A partir de 1995, base de datos de comercio interregional C-intereg elaborada por el Centro de Predicción Económica (CEPREDE), Ente Vasco de la Energía (Electricidad).                  Recoge los flujos de las exportaciones agrupadas en 17 tipos de productos con destino al resto del estado.                  Para la estimación de las exportaciones anteriores a 1995 se han utilizado datos de comercio con el resto del estado en unidades monetarias procedentes de las Tablas Input Output del país Vasco elaboradas por EUSTAT.                  Para transformar las unidades monetarias en unidades físicas, se utilizaron las relaciones valor-cantidad de las exportaciones, de cada una de las citadas ramas del País Vasco al resto del mundo. Esta operación se ha realizado para el período 1990-1995. A partir de aquí se ha calculado el incremento interanual en las exportaciones por tipo de producto. La estimación final de las exportaciones se ha realizado aplicando hacia atrás a los datos del año 1995 procedentes de C-intereg los incrementos interanuales estimados para el período 1990-1995.</p>	
Otros	
BCF	BCF = Exportaciones - Importaciones
<p><i>Ítems de balance: O<sub>2</sub> inspiración (input), CO<sub>2</sub> expiración (output), Evapotranspiración (output), O<sub>2</sub> combustión (input), N combustión (input), Vapor de agua combustión (output)</i></p>	
<p>Para la estimación del O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> asociados a la respiración y la evapotranspiración humana y animal se han utilizado datos de población (EUSTAT) y cabaña animal (IKT) del País Vasco y factores de inspiración y expiración de EUROSTAT (2002).                  Para la estimación del O<sub>2</sub>, el N y el vapor de agua asociado a procesos de combustión se ha utilizado datos de los balances energéticos del País Vasco (EVE) y factores de inputs de O<sub>2</sub> y N y emisiones de H<sub>2</sub>O de Mäenpää (2002).</p>	
Balance de Materiales	IMD + FO domésticos + Inputs de balance ≡ OMT + ANS + Outputs de balance

Iñaki Arto

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
RTM	166.566.897	176.717.611	162.430.135	180.987.737	181.053.529	173.994.895	156.600.681	154.678.822
IMD	54.105.691	59.235.958	59.696.500	56.837.231	57.374.950	54.345.836	49.707.217	51.212.852
FO	112.461.207	117.481.653	102.733.635	124.150.506	123.678.580	119.649.059	106.893.464	103.465.970
RTM DOMÉSTICO	36.026.040	40.107.353	40.425.311	40.106.660	40.881.703	36.367.235	33.142.525	32.008.610
Extracción doméstica	20.860.375	24.265.766	23.785.395	23.982.933	25.006.237	23.282.501	21.219.835	20.590.312
FO domésticos	15.165.665	15.841.588	16.639.915	16.123.727	15.875.466	13.084.734	11.922.690	11.418.298
RTM EXTERIOR	130.540.857	136.610.257	122.004.824	140.881.077	140.171.826	137.627.660	123.458.155	122.670.212
Importaciones	33.245.316	34.970.192	35.911.104	32.854.297	32.368.713	31.063.335	28.487.381	30.622.540
FO exteriores	97.295.541	101.640.065	86.093.720	108.026.779	107.803.114	106.564.325	94.970.774	92.047.672
ITEMS DE BALANCE INPUT	12.110.636	12.733.741	13.614.762	13.611.203	13.609.194	13.628.463	12.442.486	12.017.734
OMT	57.883.652	57.447.182	58.693.201	56.066.868	56.322.229	54.233.068	52.339.386	52.723.313
ODT	33.824.722	35.361.084	36.695.448	35.586.960	35.453.203	33.113.614	30.407.834	29.344.854
ODP	18.659.057	19.519.496	20.055.533	19.463.233	19.577.737	20.028.880	18.485.144	17.926.556
FO domésticos	15.165.665	15.841.588	16.639.915	16.123.727	15.875.466	13.084.734	11.922.690	11.418.298
Exportaciones	24.058.929	22.086.097	21.997.753	20.479.908	20.869.026	21.119.454	21.931.552	23.378.459
ITEMS DE BALANCE OUTPUT	5.534.278	5.770.809	6.071.658	6.235.799	6.280.918	6.301.682	5.975.546	5.920.295
CDM	30.046.761	37.149.861	37.698.747	36.357.323	36.505.923	33.226.382	27.775.665	27.834.393
BFC	9.186.386	12.884.095	13.913.352	12.374.390	11.499.687	9.943.880	6.555.830	7.244.081
ANS	17.964.063	24.593.296	25.186.318	24.269.494	24.256.463	20.524.282	15.757.461	16.005.276

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
RTM	171.797.722	184.789.457	219.812.899	210.875.142	217.803.071	218.811.126	230.222.835
IMD	56.603.930	59.688.453	64.241.563	64.725.547	72.085.762	70.968.433	74.797.301
FO	115.193.792	125.101.004	155.571.336	146.149.595	145.717.309	147.842.693	155.425.534
RTM DOMÉSTICO	34.241.806	37.583.410	38.208.014	38.685.790	46.187.235	41.186.372	39.994.962
Extracción doméstica	22.278.791	24.261.362	24.322.740	24.404.365	28.765.057	26.237.491	25.002.855
FO domésticos	11.963.015	13.322.047	13.885.274	14.281.425	17.422.179	14.948.881	14.992.107
RTM EXTERIOR	137.555.916	147.206.048	181.604.885	172.189.352	171.615.835	177.624.754	190.227.873
Importaciones	34.325.139	35.427.091	39.918.824	40.321.182	43.320.705	44.730.942	49.794.446
FO exteriores	103.230.777	111.778.956	141.686.061	131.868.170	128.295.130	132.893.812	140.433.427
ITEMS DE BALANCE INPUT	13.674.651	15.229.268	16.981.777	16.531.782	17.987.458	18.287.035	19.842.298
OMT	56.124.220	60.911.516	63.859.837	63.657.218	68.534.781	66.119.109	70.294.694
ODT	31.279.795	35.057.385	36.192.096	36.150.033	40.553.685	37.719.271	38.592.151
ODP	19.316.780	21.735.337	22.306.821	21.868.607	23.131.507	22.770.390	23.600.045
FO domésticos	11.963.015	13.322.047	13.885.274	14.281.425	17.422.179	14.948.881	14.992.107
Exportaciones	24.844.425	25.854.132	27.667.742	27.507.186	27.981.096	28.399.838	31.702.543
ITEMS DE BALANCE OUTPUT	6.547.993	7.036.006	7.772.397	7.676.174	8.175.929	8.708.226	9.507.478
CDM	31.759.505	33.834.322	36.573.822	37.218.361	44.104.666	42.568.595	43.094.758
BFC	9.480.714	9.572.960	12.251.082	12.813.996	15.339.609	16.331.104	18.091.903
ANS	19.569.383	20.292.247	23.476.381	24.205.361	30.784.688	29.377.014	29.829.533