

Análisis del impacto medioambiental derivado de las actividades económicas. Aplicación a una economía regional

Mónica Flores^a y Alfredo J. Mainar^b

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es analizar el impacto medioambiental de los hogares en una economía regional, incluyendo no sólo el impacto directo sino también el indirectamente generado a través de la producción de los bienes y servicios que demandan. Con este trabajo también se pretende dar un paso más estudiando los efectos medioambientales de cada tipo de hogares según su nivel de ingresos. Los efectos medioambientales en los que nos centramos son el consumo de agua y la contaminación hídrica y atmosférica. El marco de análisis es una SAMEA (Social Accounting Matrix and Environmental Accounts) regional e indicadores medioambientales verticalmente integrados obtenidos a partir de ella y del modelo lineal subyacente. De acuerdo a los objetivos, se realiza una aplicación para el caso de la economía aragonesa.

PALABRAS CLAVE: Economía aragonesa, emisiones atmosféricas, impacto medioambiental, recurso agua, SAMEA.

Clasificación JEL: C67, D57, Q51, Q53, R15, R30.

Analysis of environmental impact arising from economic activities. Application in a regional economy

SUMMARY: The goal of this paper is to analyse the households' environmental impact in a regional economy, including the household direct impact as well as the impact associated with the production of goods and services of the household demand. Moreover, per capita ecological impacts for each household category according to income level are obtained. We focus on water consumption, and water and atmospheric pollution. The framework is based on a regional SAMEA (Social Accounting Matrix and Environmental Accounts), and vertically integrated environmental indicators using the Leontief model. An application is carried out for the Aragon case.

KEYWORDS: Aragonese economy, atmospheric emissions, environmental impacts, water resource, SAMEA.

JEL classification: C67, D57, Q51, Q53, R15, R30.

^a Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

^b Departamento de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza.

Dirigir Correspondencia a: Mónica Flores. E-mail: monicafl@unizar.es

Recibido en mayo de 2009. Aceptado en enero de 2010.



1. Introducción

Un problema muy vinculado a la actividad económica y que en los últimos años ha adquirido una mayor importancia en economía es el de los efectos negativos que sobre el medio ambiente están provocando las actividades productivas y de consumo. Estos efectos han provocado una mayor preocupación por alcanzar un crecimiento económico compatible con la preservación de los recursos naturales, es decir, por lo que se denomina desarrollo sostenible. De esta manera, un tema que preocupa cada vez más a los economistas es conseguir ese desarrollo sostenible a partir de los estilos de vida que se dan en un país o región.

Para poder tratar este tema, surge la necesidad de contar con indicadores medioambientales capaces de reflejar la presión que sobre el medio ambiente provocan la actividad económica y los patrones de consumo. Una de las primeras aproximaciones a esta necesidad surgió cuando Wakernagel y Rees (1996) definieron el concepto de huella ecológica como “el total de área de tierra y agua requerida para mantener una población con un estilo de vida específico y una tecnología dada, con todos los recursos naturales necesarios y absorbiendo todos los residuos y emisiones, por un periodo de tiempo indefinido”. Este concepto ha sido utilizado en numerosos trabajos de investigación como indicador para evaluar si el estilo de vida de una población específica es sostenible. Este es el caso de Bicknell *et al.* (1998), Loh (2000), Ferng (2001, 2002), McDonald y Patterson (2004), Wiedmann *et al.* (2006) y Hong *et al.* (2007), que utilizan modelos multisectoriales para estudiar y cuantificar la huella ecológica.

En este contexto, nos planteamos analizar no sólo el impacto medioambiental que realizan directamente los hogares en una economía, sino también el que provocan con la producción de los bienes y servicios de su demanda. No obstante, hay que tener en cuenta que la demanda y, por ende, los patrones de consumo de una persona, son diferentes según su nivel de ingresos y la región a la que pertenece, por lo que también será diferente su impacto medioambiental provocado por la producción de su demanda y consumo. De esta manera, es preciso conocer, la responsabilidad medioambiental de cada tipo de hogar según su nivel de ingresos y región. Por lo tanto, en este trabajo se pretende obtener los impactos medioambientales, tanto globales como *per capita*, para cada categoría de hogares según su nivel de ingresos en una economía regional.

Con la intención de estudiar tanto los efectos medioambientales de las actividades productivas para satisfacer la demanda de los hogares como los efectos del propio consumo de los hogares, se expande el modelo de Leontief para incluir otras actividades que no están directamente relacionadas con la producción. De esta manera, el marco de análisis que se utiliza es una Matriz de Contabilidad Social Medioambiental, cuyo acrónimo anglosajón es SAMEA (Social Accounting Matrix and Environmental Accounts).

El motivo de ello es que si bien es cierto que con una Tabla input-output (TIO) y el modelo de Leontief obtenido a partir de ella se puede realizar el análisis de la estructura sectorial de una economía, hay que ser conscientes de que presentan algunas limitaciones. Las tablas input-output contienen información limitada sobre los temas



del ahorro, inversión o impuestos, en otras palabras, no reflejan de forma completa los mecanismos de transmisión del flujo circular de la renta en una economía.

Un instrumento de análisis que soluciona estas carencias es una Matriz de Contabilidad Social, cuyo acrónimo anglosajón es SAM (Social Accounting Matrix), puesto que presenta filas y columnas específicas para estos tipos de información. En las SAM se usa el concepto de cuenta en lugar del de sector, así los distintos sectores productivos son cuentas de la SAM, pero también lo son el ahorro-inversión, el sector exterior, el gobierno, los hogares, etc. Además, permite desagregar éstas últimas en varias cuentas. Por todo ello, las SAM describen mejor que las TIO la estructura económica de un país o de una región.

A partir de la SAM se obtiene la SAMEA que está compuesta de una parte económica medida en unidades monetarias, la SAM, que es una ampliación de la Tabla Input-output a la que se le añade la estructura desagregada del gasto y de la renta, y de una parte medioambiental medida en unidades físicas, compuesta por las distintas Cuentas Medioambientales (en nuestro caso: Cuentas del Recurso Agua, Cuentas de Contaminación Hídrica y Cuentas de Emisiones Atmosféricas).

Este marco de análisis ya ha sido utilizado en otros trabajos para estudiar cuestiones medioambientales. Inicialmente la base metodológica fueron las tablas input-output (Ayres y Kneese (1969), Leontief (1970), Victor (1972), Keuning (1994) y De Haan *et al.* (1994)), sin embargo, en los últimos años, a medida que se incrementaba la conciencia de la dependencia entre medio ambiente, producción y consumo, las SAMs y SAMEAS han adquirido cada vez mayor importancia. Uno de los primeros trabajos en los que se combina una SAM con información medioambiental es el de Alarcón *et al.* (2000), que amplían la SAM con indicadores medioambientales con el objetivo de conocer el impacto de las diferentes actividades económicas sobre el medio ambiente. Este marco de análisis también se ha utilizado en otros trabajos como el de Peters y Hertwich (2006), para estudiar las emisiones de CO₂ de Noruega; Matete y Hassan (2006), para evaluar las implicaciones ecológicas del proyecto de agua de las altas tierras de Lesotho; y Wissema y Dellink (2007), que cuantifican, para Irlanda, el impacto del establecimiento de impuestos energéticos para reducir las emisiones de CO₂. Para el caso de España se encuentran trabajos como el de Manresa y Sancho (2004), que analizan las emisiones en Cataluña, el de Cardenete *et al.* (2008) en Andalucía; y los de Rodríguez *et al.* (2007) y Sánchez-Chóliz *et al.* (2007) que analizan los impactos medioambientales de la economía española.

Este mayor incremento en la utilización de SAMs y SAMEAS en los últimos años se deriva también del hecho de que los multiplicadores obtenidos a partir del modelo de Leontief basado en una TIO no recogen los efectos que proporcionarían las variaciones de renta de las familias y del sector público sobre la demanda final, como consecuencia de los cambios experimentados por la actividad económica y la renta, y subsiguientemente los efectos sobre los sectores productivos, lo que se suele denominar efectos inducidos de interdependencia. Sin embargo, estos efectos sí que se consideran en los multiplicadores obtenidos a partir de modelos lineales basados en SAMs, como consecuencia de que las SAMs incorporan más instituciones de forma detallada. Por lo tanto, los modelos basados en las SAMs podrán capturar mejor la totalidad de las relaciones económicas, institucionales y medioambientales de una eco-





nomía. El uso de un modelo de Leontief basado en una SAM facilita la comprensión de cómo la contaminación y el consumo de agua asociados con la actividad de los hogares y los patrones de consumo circula a través del mapa de una economía.

Como en este trabajo se estiman la contaminación y el consumo de agua asociados con la actividad de los hogares y el patrón de consumo, asumimos que todas las industrias y restantes instituciones actúan para satisfacer las necesidades de los hogares. De esta manera, se considera la cuenta de hogares como única cuenta exógena.

A partir de ese modelo se obtienen indicadores (directos y totales) que van a permitir conocer los efectos medioambientales que provocan los hogares, en su conjunto y por nivel de ingresos, en una economía regional. A su vez, estos efectos en términos per capita permiten una aproximación a la responsabilidad individual sobre el medio ambiente, de la población de esa economía.

Para obtener los objetivos propuestos esta metodología se aplica al caso de la economía aragonesa. Aragón es una Comunidad Autónoma situada en el Nordeste de España. Entre sus principales problemas medioambientales, vinculados a la actividad económica, se encuentran la escasez y la falta de calidad del recurso natural del agua y las emisiones atmosféricas. La problemática sobre el agua surge principalmente por la presión sobre la demanda derivada del crecimiento económico y demográfico, de manera que las necesidades de este recurso son cada vez más intensas, tanto para el campo, como para la industria y los núcleos urbanos. En cuanto a la contaminación hídrica, los principales problemas en Aragón son la contaminación difusa por actividades agropecuarias y por vertidos urbanos e industriales. Respecto a la contaminación atmosférica, la economía aragonesa supera ampliamente el 15% de aumento que se le permite a España en las emisiones atmosféricas de GEI en el periodo 2008-2012 con respecto a las de 1990, para cumplir con los acuerdos contenidos en el Protocolo de Kioto. Además el porcentaje de emisiones de Aragón sobre el total de España (5,5% en 2004, según Santamarta (2005)) es superior al que representan su PIB y su población (alrededor del 3%). Este trabajo se centra fundamentalmente en los efectos medioambientales relacionados con el consumo de agua y la contaminación hídrica y atmosférica, que se encuentran entre los principales problemas medioambientales del mundo [ver Azqueta *et al.* (2007)], incluyendo dos categorías del recurso agua, seis categorías de contaminación hídrica y seis categorías de emisiones atmosféricas.

Entre las ventajas de regionalizar este tipo de estudios se encuentra una mejor adecuación a las importantes diferencias regionales que hay entre los bienes producidos, los patrones de consumo, las estructuras de producción y la tecnología de una economía, que es lo que se refleja en una matriz de contabilidad social. En los últimos años, para España se han realizado diversos trabajos regionales en el contexto de una Matriz de Contabilidad Social: De Miguel *et al.* (1998), Llop y Manresa (1999), Argüelles y Benavides (2002) y Cardenete y Sancho (2003). Además muchas medidas políticas tienden a ser de localización específica, por lo que tratar estos problemas en un marco regional puede mejorar el realismo y la utilidad de los resultados.

El trabajo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2, se exponen los fundamentos metodológicos y el modelo a utilizar. En la sección 3, se presentan y analizan los resultados obtenidos utilizando esa metodología en la economía aragonesa. Primero, se obtienen y analizan los efectos medioambientales de todos los ho-





gares en conjunto, y posteriormente los de cada categoría de hogares, según su nivel de ingresos, estudiando previamente sus patrones de consumo. Finalmente, la sección 4 cierra el trabajo aportando las principales conclusiones.

2. Metodología

El análisis recurre a indicadores medioambientales obtenidos a partir de un modelo de Leontief basado en una SAM, en concreto en una SAMEA, que integra información económica e información medioambiental. La base teórica de la SAMEA es el modelo NAMEA (National Accounting Matrix and Environmental Accounts), que se desarrolló en la Oficina de Estadística de los Países Bajos en los noventa. En 1994, la Unión Europea consideró este sistema como parte fundamental del marco de las cuentas satélites ambientales. En este trabajo se utiliza la SAMEA construida por los autores para la economía aragonesa para el año 1999. En el Cuadro 1 se muestra el esquema de la SAMEA elaborada.

La parte económica de una SAMEA está compuesta por una SAM, que es una base de datos donde se registran las transacciones de bienes y renta, producidas entre los distintos agentes (productores, factores productivos, consumidores, sector público y sector exterior) de una economía (nacional, regional o local), a lo largo de un periodo de tiempo determinado, que suele ser un año.

CUADRO 1

Esquema de una SAMEA

	1	2	3	4	5	6	7	Retornos de Agua	Vertidos de Contaminantes al Agua	Emisiones Atmosféricas
1. Actividades Prod.	X_{11}	0	X_{13}	0	X_{15}	X_{16}	X_{17}	Cuentas del Agua	Cuentas Contaminación Hídrica	Cuentas Emisiones Atmosféricas
2. Factores Prod.	X_{21}	0	0	0	0	0	0			
3. Hogares	0	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	0	X_{37}			
4. Sociedades	0	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}	0	X_{47}			
5. Sector Público	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	0	X_{56}	X_{57}			
6. Ahorro-Inversión	0	0	X_{63}	X_{64}	X_{65}	0	0			
7. Sector Exterior	X_{71}	0	X_{73}	X_{74}	X_{75}	X_{76}	0			
Captación, Consumo y Usos de Agua	Cuentas del Agua									

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 1 se muestra el esquema de una SAM, compuesta por siete cuentas agregadas, representativas de los agentes de la economía: Actividades productivas, Factores productivos, Hogares, Sociedades, Sector Público, Ahorro-Inversión y Sector Exterior. En esta tabla, X_{ij} es la matriz que refleja los pagos hechos de las cuentas





j a las cuentas i. La SAM¹ que se utiliza está compuesta por 28 cuentas de Actividades Productivas, 3 cuentas del Sector Exterior (España, Unión Europea y Resto del Mundo), 2 cuentas de Factores Productivos, (Factor Trabajo y Factor Capital), y una cuenta de Hogares, otra de Sociedades, otra de Sector Público y otra de Ahorro-Inversión. Por lo tanto, la SAM utilizada tiene 37 filas por 37 columnas.

A partir de una SAM, para obtener la SAMEA se incluyen las Cuentas Medioambientales. Como puede observarse en la tabla 1, se registran por filas los flujos de recursos naturales que captan de la naturaleza los distintos agentes de la economía y que utilizan como inputs. Por columnas se registra lo que cada agente económico lanza a la naturaleza. Esta estructura que se presenta de la SAMEA es la que se ha utilizado en la construcción de la SAMEA de Aragón² para 1999. De la Cuenta del Agua, vamos a considerar las cuentas de Consumo de agua (CONS) y Consumo físico de agua (CF: consumo de agua menos los retornos). En la Cuenta de Contaminación Hídrica se incluyen seis subcuentas: Demanda de oxígeno bioquímico (DOB), Demanda de oxígeno químico (DOQ), Metales, Fósforo, Nitrógeno y Sólidos en Suspensión. En la Cuenta de Emisiones Atmosféricas se incluyen los seis gases de efecto invernadero considerados en el Protocolo de Kioto: Dióxido de Carbono, CO₂, Óxido Nitroso, N₂O, Metano, CH₄, Hidrofluorocarburos, HFC, Perfluorocarburos, PFC, Hexafluoruro de azufre, SF₆, y una cuenta resumen que incluye todas estas emisiones medidas en unidades de CO₂ equivalente.

Para obtener indicadores (directos y totales) medioambientales utilizamos una SAMEA y un modelo de Leontief basado en una SAM. Teniendo en cuenta nuestra selección de cuentas exógenas y endógenas, en la que consideramos como variable exógena el sector institucional Hogares, las ecuaciones asociadas con la SAM, representada en la Tabla 1, se expresan de la siguiente manera:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{y} \quad [1]$$

¹ Las subcuentas utilizadas, con los símbolos que se van a utilizar para las tablas que se presentan, son las siguientes: **IA:** Agricultura, selvicultura y acuicultura; **IB:** Ganadería; **2:** Productos energéticos; **3:** Agua; **4:** Minerales y metales; **5:** Minerales y productos no metálicos; **6:** Productos Químicos; **7:** Productos metálicos y maquinaria; **8:** Material de transporte; **9:** Productos alimenticios, bebidas y tabaco; **10:** Textiles, cuero y calzado; **11:** Papel, artículos de papel e impresión; **12:** Madera y corcho (excepto muebles de madera); **13:** Caucho, plásticos y otras manufacturas; **14:** Construcción e ingeniería; **15:** Recuperación y reparaciones; **16:** Servicios comerciales; **17:** Hostelería y restaurantes; **18:** Transportes y comunicaciones; **19:** Crédito y seguros; **20:** Servicios inmobiliarios; **21:** Enseñanza privada; **22:** Sanidad Privada; **23:** Otros Servicios para la venta; **24:** Servicios Domésticos; **25:** Enseñanza pública; **26:** Sanidad Pública; **27:** Otros Servicios Públicos; **L:** Factor Trabajo; **K:** Factor Capital; **HOG:** Hogares e ISFLSH; **SOC:** Sociedades; **AA.PP.:** Sector Público; **A-I:** Cuenta de Capital; **ESP:** España; **UE:** Unión Europea; **RM:** Resto del Mundo.

² Para la elaboración de la SAMEA de Aragón para 1999, las principales fuentes estadísticas utilizadas son el Marco Input-Output de Aragón (1999), y las Cuentas Regionales y Nacionales del INE en el caso de la SAM, y para la obtención de la información ambiental se han seguido los criterios europeos de la NAMEA, que son los seguidos por el INE para obtener las Cuentas Nacionales y Medioambientales. Sobre la metodología de elaboración de la SAMEA, las fuentes estadísticas medioambientales, así como los resultados desagregados puede consultarse Flores y Mainar (2009) y Flores (2008). La SAMEA para la economía aragonesa para 1999 se encuentra disponible por petición a un autor.





donde \mathbf{A} es la matriz de propensiones medias al gasto, \mathbf{x} el vector columna suma de los vectores columna de las cuentas endógenas, e \mathbf{y} el vector columna que contabiliza los flujos de renta de las cuentas exógenas. Resolviendo esta ecuación para \mathbf{x} , se obtienen las rentas de las cuentas endógenas, en función de las rentas de las cuentas exógenas:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{y} = \mathbf{M}\mathbf{y} \quad [2]$$

donde \mathbf{M} es la Matriz de Multiplicadores Contables, cuyos componentes m_{ij} recogen el impacto que una unidad exógena de renta en la cuenta endógena j genera sobre la renta de la cuenta endógena i .

Para estimar el impacto total en el consumo de agua o emisiones atmosféricas atribuible al gasto de los hogares, será necesario computar tanto el impacto directo de los hogares como el indirecto, es decir, el provocado en la economía en la generación de los bienes y servicios que conforman el gasto de los hogares.

Una forma de calcular la contaminación y consumo de agua incorporados en los procesos productivos en el modelo descrito es a partir de un vector de coeficientes unitarios de contaminación, \mathbf{c}_k . Este vector de coeficientes mide la contaminación de tipo k directamente incorporada a la producción de una u.m. de bien o servicio. Premultiplicando este vector de coeficientes de contaminación, \mathbf{c}_k , por la Matriz de Multiplicadores Contables, \mathbf{M} , se obtiene el vector de valores unitarios de verticalmente integrados, $\lambda_k' = \mathbf{c}_k' \mathbf{M}$. Este vector de valores unitarios verticalmente integrados del tipo k de contaminación mide la cantidad de contaminación que se genera en el proceso productivo de cada sector, por unidad de gasto de la cuenta exógena en ese sector. La contaminación de este tipo generada por la producción atribuible al gasto que realiza la cuenta exógena es $\lambda_k' \mathbf{y} = \mathbf{c}_k' \mathbf{M} \mathbf{y}$.

A partir de la contaminación de tipo k producida en el propio consumo del bien o servicio, y los gastos incurridos en ese consumo se obtiene el vector de coeficientes \mathbf{d}_k , que recoge la contaminación de tipo k generada directamente por el propio consumo de una unidad de renta de los Hogares. De esta manera, la contaminación total de tipo k para el gasto de los hogares, será $\mathbf{c}_k' \mathbf{M} \mathbf{y} + \mathbf{d}_k' \mathbf{y}$. En esta expresión quedan recogidos los dos componentes del impacto medioambiental, el generado en el proceso productivo y el generado en el propio consumo. Los valores unitarios de contaminación que incluyen estos dos componentes se expresan como $\mathbf{v}_k' = \mathbf{c}_k' \mathbf{M} + \mathbf{d}_k = \lambda_k' + \mathbf{d}_k$. Cada v_{kj} representa la contaminación causada, directa o indirectamente, por cada unidad de gasto en j , generadas tanto en el proceso productivo ($\mathbf{c}_k' \mathbf{M}$) como en el propio consumo (\mathbf{d}_k). Lo explicado para cada tipo de contaminante es válido también para el consumo de agua.

3. Resultados: Efectos medioambientales ligados a la demanda de los hogares en la economía aragonesa

3.1. Efectos medioambientales de los Hogares

Nuestro punto de partida para obtener los efectos medioambientales de los Hogares a partir del modelo descrito en el apartado anterior ha sido la construcción de la





SAMEA de Aragón para 1999. A partir de esta SAMEA hemos calculado los vectores de valores unitarios, $\mathbf{v}_k' = \mathbf{c}_k' \mathbf{M} + \mathbf{d}_k$, para el consumo de agua y cada contaminante, con el fin de conocer, para cada actividad, el consumo de agua o contaminación provocada directa e indirectamente para producir y consumir una unidad³ del gasto que realizan los hogares. Estos valores incluyen la contaminación o consumo de agua de los procesos productivos, reflejado por $\mathbf{c}_k' \mathbf{M}$, y la contaminación o consumo de agua directos que realizan los hogares, \mathbf{d}_k . En el Cuadro A.1. del Anexo se presentan estos valores, calculados para la economía aragonesa.

Según los resultados, los sectores que provocan mayor consumo de agua para satisfacer una unidad de demanda de los Hogares, son el de agricultura y el de alimentación, junto con el sector agua, como parece lógico pensar. En cuanto a los valores de contaminación hídrica, los sectores con mayor valor dependen del contaminante que se considere. El sector agua y las actividades químicas destacan en DOQ y Metales, mientras que las actividades de ganadería y alimentación destacan en Nitrógeno y Fósforo, y junto con la actividad agua, en DOB y Sólidos en Suspensión. En cuanto a las emisiones atmosféricas el agente que presenta mayor valor de CO₂ equivalente es la actividad de Productos energéticos, en CH₄ la Ganadería, en N₂O la Agricultura, en HFC Productos químicos, en PFC las importaciones de España y en SF₆ la actividad Productos metálicos y maquinaria.

No obstante, los efectos por unidad monetaria del gasto de los Hogares muestran sólo un aspecto del problema. Para tener una visión más completa, necesitamos considerar el total del efecto, que estará influenciado también por el volumen del gasto de los Hogares. Este efecto total queda recogido en los valores globales, $\mathbf{c}_k' \mathbf{M} \mathbf{y} + \mathbf{d}_k' \mathbf{y}$. De esta manera, para conocer el consumo de agua, la contaminación hídrica y las emisiones atmosféricas, en la producción y consumo de toda la demanda de bienes y servicios de los Hogares, en la economía aragonesa, se obtienen esos valores en cifras per capita, que se muestran en el Cuadro A.2 del Anexo. Los datos de la población aragonesa se han conseguido del Instituto Nacional de Estadística, INE (2001).

A partir de la SAMEA se obtiene que el consumo directo de agua por persona y año, en la economía aragonesa, es 610.339 litros, mientras que como consecuencia de los retornos de agua que realizan, el consumo físico es cinco veces inferior 122.626 litros. Sin embargo, en el Cuadro A.2 del Anexo se observa que el consumo de agua real de una persona como consecuencia de la producción y consumo de su demanda es 5.184.294 litros, mientras el consumo físico de agua que provoca es de 2.918.669 litros.

De acuerdo a los resultados que se presentan en el Cuadro A.2 del Anexo, las actividades productivas que mayor consumo de agua provocan para satisfacer la demanda de los hogares son Productos alimenticios, bebidas y tabaco, Hostelería y restaurantes, Agricultura y Servicios comerciales.

³ La unidad de gasto que se utiliza en el trabajo es 1.000 euros.





CUADRO 2

Valores de consumo de agua y contaminación ($c_k' M + d_k'$)

	Actividades con mayor efecto	
CONS	1000 m³/1.000 €	Agricultura, selvicultura y acuicultura (3,12) Productos alimenticios, bebidas y tabaco (1,19)
CF	1000 m³/1.000 €	Agricultura, selvicultura y acuicultura (2,09) Productos alimenticios, bebidas y tabaco (0,72)
DOB	Kg /1.000 €	Ganadería (719) Agua (520) Productos alimenticios, bebidas y tabaco (224)
DOQ	Kg /1.000 €	Agua (1.046) Productos Químicos (45)
Metales	Kg/1.000 €	Agua (35) Productos Químicos (24)
Nitrógeno	Kg/1.000 €	Ganadería (201) Productos alimenticios, bebidas y tabaco (61)
Fósforo	Kg /1.000 €	Ganadería (136) Productos alimenticios, bebidas y tabaco (42)
Sol Susp	Kg /1.000 €	Ganadería (1.305) Agua (646) Productos alimenticios, bebidas y tabaco (400)
CO₂	t/1.000 €	Productos Energéticos (10,49)
CH₄	t/1.000 €	Ganadería (0,10)
N₂O	t/1.000 €	Agricultura, selvicultura y acuicultura (0,004)
HFC	Kg/1.000 €	Productos Químicos (0,04)
PFC	Kg/1.000 €	España (0,002)
SF₆	Kg/1.000 €	Productos metálicos y maquinaria (0,0001)
CO₂eq	t/1.000 €	Productos Energéticos (11,46)

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3

Valores globales per capita del consumo de agua y contaminación.
($c_k M_y + d_k y$) per capita

	Actividades con mayor efecto	
CONS	1000 m	Productos alimenticios, bebidas y tabaco (0,98) Hostelería y restaurantes (0,59) Agricultura, selvicultura y acuicultura (0,49) Servicios comerciales (0,44)
CF	1000 m³	Productos alimenticios, bebidas y tabaco (0,59) Hostelería y restaurantes (0,35) Agricultura, selvicultura y acuicultura (0,33) Servicios comerciales (0,24)



CUADRO 3 (continuación)
Valores globales per capita del consumo de agua y contaminación.
($c_k My + d_k y$) per capita

Actividades con mayor efecto		
DOB	Kg	Productos alimenticios, bebidas y tabaco (183,43) Sector Público (124,50) Hostelería y restaurantes (106,81) Servicios comerciales (92,75) Ahorro-Inversión (60,70) Textiles, cuero y calzado (45,86) Material de Transporte (33,14) Productos Energéticos (31,85)
CO₂eq	t	Productos Energéticos (3,52) Productos alimenticios, bebidas y tabaco (3,47) Sector Público (3,34) Servicios comerciales (2,84) Hostelería y restaurantes (2,58) Ahorro-Inversión (1,88) Transportes y comunicaciones (1,83) Textiles, cuero y calzado (1,16)

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, el carácter demandante de agua es distinto en estos sectores. En las actividades agroalimentarias el consumo de agua es significativo, tanto a nivel global, como por unidad demandada. Sin embargo, en el caso de Hostelería y restaurantes, el elevado consumo es debido fundamentalmente al elevado tamaño de su demanda final.

En cuanto a los resultados obtenidos para la contaminación hídrica, se obtiene que se provoca una contaminación del agua por persona, como consecuencia de la producción y consumo de su demanda, al año, de 978,6 kg en DOB, y 255,5 kg en Nitrógeno. Si se señalan las seis cuentas que mayor vertido al agua provocan para satisfacer la demanda de los hogares per capita, para cada contaminante o indicador de contaminante, se comprueba que estas cuentas son las actividades productivas de Productos alimenticios, bebidas y tabaco, Hostelería y restaurantes, Servicios comerciales y Textiles cuero y calzado, junto con las cuentas institucionales del Sector Público y Ahorro-inversión.

Respecto a las emisiones atmosféricas, la emisión de los gases de efecto invernadero considerados (en unidades de CO₂ equivalentes por individuo), provocada para producir y consumir su demanda es de 28,48 t al año, (incluye las realizadas por el Sector Exterior a través de importaciones, que suponen el 45% del total). Observamos que las actividades que provocan mayor contaminación hídrica para satisfacer la demanda de los Hogares, prácticamente coinciden con las que mayores emisiones atmosféricas generan por esta razón, que son las actividades de Productos alimenticios, bebidas y tabaco, Productos energéticos, Servicios comerciales, y Hostelería y res-



taurantes, junto con el Sector Público y Ahorro e Inversión. Esta coincidencia es consecuencia de la elevada demanda de los hogares en esas cuentas. Por lo tanto, con el objetivo de disminuir la contaminación, se podría plantear el hecho de modificar los patrones de consumo o diseñar políticas orientadas a conseguir que esas actividades sean más eficientes medioambientalmente. Respecto a la actividad Productos Energéticos, hemos constatado que la emisión atmosférica que provoca es importante, tanto en términos unitarios, como globales. Se trata de una de las actividades que mayor emisión atmosférica de CO₂ provoca en Aragón, por lo que sería interesante hacer un especial esfuerzo para que la producción de esta actividad sea más eficiente en cuanto a la emisión de CO₂.

Sin embargo, si comparamos el resultado de la actividad Productos Energéticos obtenido para la economía aragonesa con el que obtenían Sánchez- Chóliz *et al.* (2007) para la economía española en 1999, comprobamos que la actividad de Productos Energéticos en Aragón provoca un porcentaje de emisión de CO₂ (13.88% sobre el total) inferior al que realiza el mismo sector en España (17.83%). Este resultado también se ratifica en los trabajos de Duarte *et al.* (forthcoming) y Rodríguez *et al.* (2007); en este último se destaca la actividad de producción de energía eléctrica por su reducida eficiencia económico-medioambiental en relación con el resto de sectores para España en el año 2000.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se ha comprobado que los sectores contaminantes lo son principalmente por su elevada demanda. En este sentido, resulta fundamental analizar los patrones de consumo, como se ha sugerido anteriormente. Sin embargo, esos patrones de consumo suelen ser diferentes según el nivel de ingresos del hogar al que pertenece un individuo. Por ello, a continuación analizamos los patrones de consumo para cada tipo de hogares según su nivel de ingresos y posteriormente se obtienen los impactos medioambientales que provoca cada tipo de hogares. Para ello se consideran las siguientes siete categorías de hogares de acuerdo al nivel de ingresos⁴ (total mensual por hogar): H1, hasta 390 euros; H2, de 391 a 781 euros; H3, de 782 a 1.172 euros; H4, de 1.173 a 1.563 euros; H5, de 1.564 a 1.953 euros; H6, de 1.954 a 2.344 euros; y H7, más de 2.345 euros.

3.2. Patrones de consumo de los hogares según su nivel de ingresos

Para analizar el patrón de consumo de los distintos estratos de hogares, según su nivel de ingresos, en la economía aragonesa, utilizamos la SAM de Aragón, en la que la cuenta de Hogares se ha desagregado en siete subcuentas, correspondientes a las siete categorías de hogares consideradas utilizando la Encuesta de Presupuestos Familiares, INE (2002). A partir de esta SAM se obtiene la distribución del gasto de consumo de los distintos tipos de hogares, que se muestran en el Cuadro 4.

⁴ Se utiliza esta clasificación siguiendo la que emplea el INE en la Encuesta de Presupuestos Familiares.



Según estos resultados, se comprueba que las actividades productivas en las que mayor porcentaje de consumo realizan los distintos tipos de hogares son principalmente cuatro: Servicios comerciales, Hostelería y restaurantes, Servicios inmobiliarios y Productos alimenticios, bebidas y tabaco. No obstante, para cada tipo de hogares, el orden de estas actividades cambia y hay rasgos característicos sobre su patrón de consumo.

CUADRO 4
Distribución del gasto de consumo de los distintos tipos de hogares
de la economía aragonesa

	H1 + H2	H3	H4	H5+H6+H7	TOTAL
	Hasta 781 euros	De 782 a 1.172 euros	De 1.173 a 1.563 euros	Más de 1.564 euros	
AP1 Agricultura, selvicultura y acuicultura	2,47%	2,19%	2,15%	1,73%	2,13%
AP2 Productos Energéticos	4,18%	3,76%	3,98%	3,50%	3,79%
AP3 Agua	0,54%	0,38%	0,36%	0,34%	0,39%
AP4 Minerales y metales	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AP5 Minerales y productos no metálicos	0,08%	0,12%	0,11%	0,17%	0,13%
AP6 Productos Químicos	1,89%	1,70%	1,82%	1,43%	1,63%
AP7 Productos metálicos y maquinaria	1,48%	1,98%	1,99%	1,61%	1,81%
AP8 Material de Transporte	1,02%	3,98%	3,39%	5,10%	3,71%
AP9 Productos alimenticios, bebidas y tabaco	11,97%	10,39%	10,82%	9,02%	10,12%
AP10 Textiles, cuero y calzado	3,57%	3,88%	4,53%	4,80%	4,16%
AP11 Papel, artículos de papel e impresión	1,00%	1,26%	1,34%	1,71%	1,32%
AP12 Madera, corcho (excepto muebles)	0,05%	0,08%	0,07%	0,08%	0,08%
AP13 Caucho, plásticos y otras manufacturas	1,62%	2,14%	2,71%	2,59%	2,22%
AP14 Construcción e ingeniería	0,92%	0,75%	0,68%	0,60%	0,74%
AP15 Recuperación y reparaciones	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AP16 Servicios comerciales	17,35%	18,52%	21,00%	19,51%	18,96%
AP17 Hostelería y Restaurantes	14,14%	18,13%	18,62%	20,45%	17,76%
AP18 Transportes y comunicaciones	5,95%	4,59%	4,83%	4,63%	4,84%
AP19 Crédito y seguros	1,40%	2,07%	1,94%	2,13%	1,96%
AP20 Servicios Inmobiliarios	20,83%	12,81%	9,11%	5,08%	12,08%
AP21 Enseñanza privada	0,50%	1,25%	1,77%	2,48%	1,69%
AP22 Sanidad privada	1,61%	3,57%	1,80%	3,18%	2,85%
AP23 Otros servicios para la venta	5,61%	4,46%	5,35%	5,44%	4,95%
AP24 Servicio Doméstico	0,48%	0,75%	0,07%	3,03%	1,29%
AP25 Enseñanza pública	0,09%	0,20%	0,50%	0,49%	0,33%
AP26 Sanidad pública	1,03%	0,82%	0,80%	0,66%	0,79%
AP27 Servicios públicos	0,26%	0,27%	0,26%	0,29%	0,28%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Encuesta de Presupuestos Familiares 1999, INE (2002) y Elaboración propia.



De esta manera, vemos que en los hogares de ingresos más altos (H5 + H6 + H7), el mayor porcentaje de su consumo está destinado a la actividad productiva Hostelería y restaurantes, seguida de Servicios comerciales, y con cierta diferencia de Productos alimenticios, bebidas y tabaco. No obstante, también destaca su gasto realizado en el sector de Material de transporte, siendo los que destinan mayor porcentaje de su consumo a este sector.

Por su parte, los hogares de rentas medias (H3, H4) destinan el mayor porcentaje de su consumo a la actividad de Servicios comerciales, seguida de Hostelería y restaurantes, y de Servicios Inmobiliarios.

En cuanto a los hogares con ingresos más bajos (H1+H2), se caracterizan porque una parte muy importante de su consumo se realiza en la actividad de Servicios inmobiliarios, siendo destinado a esta actividad el mayor porcentaje de su consumo.

Si bien se observa que el porcentaje que destina cada tipo de hogares a las actividades de Servicios inmobiliarios y Productos alimenticios, bebida y tabaco presenta una tendencia decreciente conforme aumentan los ingresos del tipo de hogar, para la actividad de Material de transporte sucede lo contrario. Cuanto mayor es el nivel de ingresos de los hogares mayor es el porcentaje de su gasto de consumo destinado a esta actividad, que es una de las más contaminantes.

3.3. Efectos medioambientales de los hogares según su nivel de ingresos

Una vez conocidos los rasgos más característicos de los patrones de consumo de cada tipo de hogares, en este apartado identificamos el tipo de hogares que provocan mayor consumo de agua y contaminación por la producción y consumo de su demanda. Para ello, obtenemos para cada categoría de hogares $\mathbf{c}_k' \mathbf{M} \mathbf{y}_h + \mathbf{d}_k' \mathbf{y}_h$ en términos *per capita*, donde \mathbf{y}_h es la demanda del tipo h de hogares. La suma por columnas de esos valores obtenidos, es decir, las cifras totales se presentan en el Cuadro 5 (el resto de información queda disponible por petición a un autor). Estas cifras totales proporcionan una clara representación del impacto que cada ciudadano aragonés realiza en el medio ambiente, según su nivel de ingresos. También se muestra en este Cuadro 5 el porcentaje que cada categoría supone sobre el total de hogares e individuos de la economía aragonesa, así como la participación de cada categoría en el gasto total de los hogares.

Observando las cifras totales, se comprueba que conforme se considera una categoría de hogares de ingresos superiores, esas cifras son cada vez mayores, siendo muy significativas las del tipo de hogares H7, que son las de ingresos más altos. De aquí se podría derivar que los individuos con ingresos más altos provocan mayores efectos medioambientales. La única excepción a esto son los individuos pertenecientes a la categoría H4, cuyos valores son menores que los de los individuos de la categoría H3, e incluso en algún caso de los de H2.

No obstante, se observa que el incremento de esos efectos, conforme se pasa de una categoría a la siguiente con mayor ingreso, es menor, a excepción del paso a los hogares de ingresos más altos (H7), donde el incremento de los efectos medioambientales es mucho mayor. A pesar de que hay que tener en cuenta que al pasar de un



CUADRO 5

Valores Totales de Consumo de Agua y Contaminación *per capita* según tipo de hogares

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	GENERAL
	Hasta 390 €	De 391 a 781 €	De 782 a 1.172 €	De 1.173 a 1.563 €	De 1.564 a 1.953 €	De 1.954 a 2.344 €	Más de 2.345 €	
CONS (1.000 m ³)	2,18	3,54	5,35	3,49	5,56	6,76	13,66	5,18
CF (1.000 m ³)	1,30	2,02	3,06	1,99	3,09	3,78	7,52	2,92
DOB (kg)	411	703	1.065	703	1.163	1.404	2.882	979
DOQ (kg)	58	107	160	109	211	238	520	177
Metales (kg)	10	34	57	42	89	103	232	69
Nitrógeno (kg)	112	187	283	186	302	367	746	256
Fósforo (kg)	77	128	193	127	205	249	506	174
Sol Susp (kg)	753	1.226	1.849	1.206	1.930	2.345	4.749	1.650
CO ₂ (t)	0,0061	0,0122	0,0206	0,0140	0,0251	0,0297	0,0653	22,0966
CH ₄ (t)	0,0618	0,1123	0,1731	0,1156	0,1973	0,2375	0,4963	0,1656
N ₂ O (t)	0,0031	0,0053	0,0083	0,0055	0,0091	0,0111	0,0228	0,0083
HFC (kg)	0,0146	0,0525	0,0843	0,0594	0,1218	0,1407	0,3175	0,0974
PFC (kg)	0,0008	0,0039	0,0062	0,0044	0,0092	0,0108	0,0247	0,0073
SF ₆ (kg)	0,0000	0,0004	0,0006	0,0005	0,0011	0,0012	0,0029	0,0008
CO ₂ Eq (t)	8,3679	16,3759	27,1256	18,3356	32,5156	38,6215	83,8596	28,4790
CO ₂ Eq (t) (%)	3,72%	7,27%	12,05%	8,14%	14,14%	17,15%	37,24%	100,00%
HOGARES	9,64%	24,18%	26,62%	20,29%	7,49%	4,62%	7,16%	100,00%
INDIVIDUOS	4,78%	19,17%	28,03%	23,32%	9,00%	5,86%	9,83%	100,00%
GASTO	0,28%	8,57%	21,33%	13,10%	12,15%	8,97%	35,61%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

intervalo al otro la media de los ingresos aumenta unos 400 euros mientras que al pasar de la categoría H6 a la H7 la media está aumentando mucho más, verificamos la importancia del impacto medioambiental de la categoría de hogares H7 en términos per capita. Esto es consecuencia de un mayor tamaño de la demanda por hogar en esta categoría con respecto a las demás, y de un mayor gasto en actividades que provocan importantes efectos sobre el consumo de agua y la contaminación, como son las actividades de Productos energéticos, Agricultura y Material de transporte.

No obstante, hay que destacar que los dos principales motivos de las diferencias entre los efectos medioambientales de los individuos de diferentes tipos de hogares son el volumen de gasto por persona en cada categoría de hogares, por un lado, y el distinto patrón de gasto, por otro lado.

Con el fin de saber si ese mayor impacto medioambiental de los individuos de Hogares con ingresos superiores es consecuencia de un mayor gasto por persona o de su patrón de consumo, hemos obtenido los valores totales de consumo de agua y contaminación de cada tipo de Hogares por unidad de gasto per capita que realizan. Estos valores se presentan en el Cuadro 6.

CUADRO 6

Valores Totales de Consumo de Agua y Contaminación de cada tipo de hogares por unidad de gasto *per capita*

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	GENERAL
	Hasta 390 €	De 391 a 781€	De 782 a 1.172 €	De 1.173 a 1.563 €	De 1.564 a 1.953 €	De 1.954 a 2.344 €	Más de 2.345 €	
CONS (1.000 m ³)	2,56	0,54	0,48	0,43	0,28	0,30	0,26	0,36
CF (1.000 m ³)	1,52	0,31	0,28	0,24	0,16	0,17	0,14	0,20
DOB (kg)	481,41	108,06	96,23	85,94	59,24	63,11	54,69	67,25
DOQ (kg)	67,77	16,47	14,44	13,37	10,76	10,69	9,87	12,16
Metales (kg)	11,71	5,22	5,12	5,09	4,55	4,63	4,40	4,75
Nitrógeno (kg)	131,44	28,73	25,59	22,75	15,37	16,48	14,15	17,56
Fósforo (kg)	90,82	19,64	17,48	15,52	10,44	11,20	9,60	11,97
Sol Susp (kg)	882,75	188,46	166,96	147,55	98,27	105,43	90,12	113,37
CO ₂ (t)	7,1221	1,8752	1,8631	1,7128	1,2800	1,3369	1,2389	1.518,4966
CH ₄ (t)	0,0724	0,0173	0,0156	0,0141	0,0101	0,0107	0,0094	0,0114
N ₂ O (t)	0,0036	0,0008	0,0008	0,0007	0,0005	0,0005	0,0004	0,0006
HFC (kg)	0,0171	0,0081	0,0076	0,0073	0,0062	0,0063	0,0060	0,0067
PFC (kg)	0,0009	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
SF ₆ (kg)	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
CO2 Eq (t)	9,81	2,52	2,45	2,24	1,66	1,74	1,59	1,96
HOGARES	9,64%	24,18%	26,62%	20,29%	7,49%	4,62%	7,16%	100,00%
INDIVIDUOS	4,78%	19,17%	28,03%	23,32%	9,00%	5,86%	9,83%	100,00%
GASTO	0,28%	8,57%	21,33%	13,10%	12,15%	8,97%	35,61%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 6, observamos que a partir de los resultados obtenidos se comprueba que el efecto sobre la contaminación y el consumo de agua que realiza un individuo por unidad de su gasto es mayor cuando pertenece a un tipo de hogares con ingresos inferiores. Por lo tanto, de aquí se deriva que el patrón de gasto de los hogares conforme pertenecen a un tipo de hogares con menores ingresos resulta más contaminador y consumidor de agua. De esta manera, constatamos que la importancia del impacto medioambiental de las categorías de los hogares con ingresos más elevados es consecuencia fundamentalmente de su mayor gasto por persona.

En cuanto a la categoría de hogares H4, que hemos visto tiene menor impacto per capita que los hogares H3, ello es debido tanto al patrón de gasto menos contaminador de la categoría de hogares H4 como a su menor gasto per capita en relación a los hogares H3.

No obstante, hay que ser conscientes de que aunque los patrones de gasto de las categorías de hogares con menores ingresos son más perjudiciales para el medio ambiente, los mayores efectos sobre el consumo de agua y la contaminación son provocados por los hogares de las categorías de hogares con ingreso más altos, como consecuencia de su mayor gasto per capita. De esta manera, como se observa en los



resultados que se presentan en la Tabla 5, los hogares de las categorías H5, H6 y H7 que suponen el 9%, 5,9% y el 9,8% del total de individuos de la economía, respectivamente, provocan el 14,1%, 17,1% y 37%, respectivamente, del total de las emisiones de CO₂ eq. Por el contrario, los hogares de tipo H2, H3 y H4 que suponen el 19,2%, 28% y 23 del total de individuos, respectivamente, provocan el 7,3%, 12% y 8,1% del total de las emisiones de CO₂ eq.

Por último destacar que aunque las categorías H3 y H4 provocan, en términos per capita, efectos medioambientales menores que los de las categorías H5, H6 y H7, hay que tener en cuenta que esas dos categorías se encuentran entre las que mayor número de individuos incluyen. Por lo tanto, de cara a diseñar políticas medioambientales, es de interés conocer cómo los hogares de estas categorías provocan sus mayores efectos medioambientales. De acuerdo a los valores obtenidos, ($c_k \mathbf{M} \mathbf{y}_h + \mathbf{d}_k \mathbf{y}_h$, disponibles por petición a un autor), el mayor consumo de agua y contaminación hídrica para satisfacer la demanda de los individuos pertenecientes a las categorías H3 y H4, lo provocan, en primer lugar, las actividades agroalimentarias (Alimentación y Agricultura), seguidas de Hostelería y restaurantes y de Servicios comerciales. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las actividades en las que realizan una parte importante de su demanda son Servicios comerciales y Hostelería y restaurantes, y en menor medida también destacaría Alimentación. Por lo tanto, el efecto de Hostelería y restaurantes y Servicios comerciales está relacionado, fundamentalmente, con el tamaño de la demanda de estos tipos de hogares en estos sectores, pero en el caso de las actividades agroalimentarias, principalmente en la Agricultura, su efecto sería consecuencia de su capacidad de contaminación y consumo de agua. Respecto a las emisiones atmosféricas, las actividades que mayor emisión atmosférica provocan para satisfacer la demanda de estos tipos de hogares son, por este orden, Productos alimenticios, Productos energéticos, Hostelería y restaurantes y Servicios comerciales. El motivo de ello, para Hostelería y Servicios comerciales, es el tamaño de la demanda en estos sectores, mientras que para Productos Energéticos es consecuencia de su capacidad de contaminación atmosférica.

4. Comentarios finales

De acuerdo al objetivo de análisis de las interacciones entre una economía regional y el medio ambiente, en una primera parte se han obtenido los efectos medioambientales producidos por el conjunto de hogares, tanto los provocados por los distintos sectores productivos e instituciones para satisfacer su demanda, como los que realizan directamente los hogares en el propio consumo, para la economía aragonesa, en términos de consumo de agua, y contaminación hídrica y atmosférica. En una segunda parte, para tener una imagen de la responsabilidad del impacto medioambiental, per capita, de los hogares de acuerdo a su nivel de ingresos se han obtenido los efectos sobre el consumo de agua y la contaminación hídrica y atmosférica de las distintas categorías de hogares según su nivel de ingresos. Además, para distinguir si esos efectos medioambientales provocados por cada categoría de hogares son consecuencia en mayor medida de su patrón de gasto o de su volumen de gasto se han ob-





tenido esos mismos efectos por unidad de gasto per capita para cada categoría de hogares. La obtención de todos estos indicadores de efectos medioambientales, y el análisis de los mismos, se han llevado a cabo de forma detallada, con el fin de que pueda ser replicable para otras economías regionales. De acuerdo a los resultados obtenidos, las principales conclusiones que se derivan de ellos se exponen a continuación.

En primer lugar, se ha comprobado que los sectores productivos que provocan mayor contaminación y consumo de agua para producir la demanda de los hogares en la economía aragonesa son Alimentación, Hostelería y restaurantes y Servicios comerciales. También destaca la actividad Productos energéticos por la importante emisión de CO₂ que provoca, tanto en términos unitarios, como globales, para satisfacer la demanda de los Hogares.

En cuanto a las actividades de Alimentación, Hostelería y restaurantes y Servicios comerciales, el motivo de que provoquen mayor consumo de agua y efectos sobre la contaminación es el tamaño de la demanda que los hogares realizan de esas actividades. Por lo tanto, se encuentra muy vinculado el impacto medioambiental con el patrón de consumo de los hogares, de manera que podría resultar interesante llevar a cabo políticas medioambientales orientadas a modificar ese patrón de consumo. No obstante, hemos visto que el patrón de consumo de un hogar tiene rasgos característicos, según el estrato al que pertenezca de acuerdo a su nivel de ingresos. Por lo tanto, resulta importante tener en cuenta los efectos medioambientales que provocan cada tipo de hogares en términos *per capita*.

Del estudio de los efectos medioambientales per capita, por tipos de hogar según el nivel de ingresos, se ha obtenido que son los individuos con ingresos más altos los que provocan mayores efectos sobre el consumo de agua y la contaminación.

No obstante, los efectos medioambientales por unidad de gasto *per capita* de cada tipo de hogares indican que son los hogares de categorías con ingresos más bajos los que presentan un patrón de gasto más contaminante. Es decir, que los hogares con ingresos más bajos presentan un patrón de gasto que deteriora el medio ambiente en mayor medida que el de los hogares con niveles de ingresos superiores. Por lo tanto, los mayores efectos medioambientales *per capita* de los Hogares con ingresos más altos son principalmente consecuencia de su mayor gasto global *per capita*.

Finalmente, hay que señalar que, de acuerdo a los resultados obtenidos, las medidas medioambientales tendrían que ir orientadas fundamentalmente a los hogares de ingresos más altos, H7 y H6, por ser los que mayor efecto provocan debido a su mayor gasto, además de a los hogares de la categoría H3, por sus efectos medioambientales como consecuencia de su patrón de gasto y de ser los más numerosos, tanto en individuos, como en hogares, concentrándose en ellos una parte muy importante del gasto total de los hogares.



Anexo

CUADRO A.1. Valores de consumo de agua y contaminación. (c_k M + d_k)

	APIA	APIB	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AP9	API0	API1	API2	API3	API4	API5	API6	API7	API8	API9	AP20	AP21	AP22	AP23	AP24	AP25	AP26	AP27	ESP	U.E.	RDM	L	K	SOC	AAAP	A-I	TAL	TO-	
CONS	1000 m ³ /1000 €	3,12	0,82	0,67	2,54	0,54	0,63	0,82	0,62	0,52	1,19	0,66	0,66	0,76	0,65	0,31	0,76	0,28	0,41	0,33	0,18	0,16	0,11	0,19	0,36	0,00	0,06	0,18	0,14	1,03	0,62	0,58	0,00	0,09	0,21	0,14	0,28	20,61	
CF	1000 m ³ /1000 €	2,09	0,45	0,28	0,69	0,29	0,34	0,45	0,34	0,28	0,72	0,36	0,37	0,44	0,35	0,17	0,42	0,15	0,24	0,17	0,10	0,09	0,06	0,10	0,19	0,00	0,03	0,10	0,08	0,56	0,33	0,31	0,00	0,05	0,12	0,08	0,15	10,95	
DOB	Kg/1000€	137	719	104	520	111	131	189	130	110	224	136	123	125	158	63	164	60	74	67	36	34	22	39	75	0	12	38	36	217	129	112	0	19	46	30	61	4,250	
DOQ	Kg/1000€⇒	18	15	12	1,046	14	15	45	16	16	18	17	17	15	32	9	20	8	9	8	5	5	4	8	10	0	2	7	23	23	19	17	0	3	8	9	10	1,501	
Metales	Kg/1000€	8	7	5	35	6	7	24	7	7	8	7	8	7	9	4	8	4	4	4	2	2	2	4	5	0	1	4	13	10	9	8	0	2	4	5	4	244	
Nitrogeno	Kg/1000€	39	201	28	44	30	35	44	35	29	61	36	32	34	38	17	44	16	20	18	10	9	6	10	20	0	3	10	9	59	34	29	0	5	12	8	16	1,038	
Fósforo	Kg/1000€	30	136	19	36	20	24	31	23	19	42	25	22	23	25	11	29	11	14	12	6	6	4	7	13	0	2	6	6	40	23	20	0	3	8	5	11	711	
Sol.Susp	Kg/1000€	239	1,305	185	646	195	233	281	228	187	400	240	207	221	223	109	285	105	130	118	63	58	37	63	131	0	19	61	41	392	222	190	0	31	75	46	100	7,067	
CO ₂	t/1000 €	2,94	2,24	10,49	1,82	2,51	3,89	3,08	2,60	2,35	2,89	2,57	2,57	2,51	2,48	1,65	3,00	1,46	1,32	4,12	0,94	0,77	0,58	0,88	1,56	0,00	0,31	0,77	0,58	3,82	2,71	2,53	0,00	0,43	1,05	0,61	1,50	75,56	
CH4	t/1000 €	0,02	0,10	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,62	
N2O	t/1000 €	0,004	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030
HFC	Kg/1000€	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,34	
PFC	Kg/1000€	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,026
SF6	Kg/1000€	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	
CO ₂ eq	t/1000 €	4,81	4,75	11,46	2,18	3,22	4,74	4,15	3,42	3,05	4,23	3,44	3,36	3,37	3,29	2,06	3,99	1,85	1,79	4,67	1,19	0,99	0,73	1,14	2,14	0,00	0,39	1,02	0,84	5,16	3,56	3,28	0,00	0,56	1,35	0,81	1,90	98,89	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO A.2. Valores globales per capita del consumo de agua y contaminación. (c_k, M_y + d_k, y) per capita

	APIA	APIB	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AP9	AP10	AP11	AP12	AP13	AP14	AP15	AP16	AP17	AP18	AP19	AP20	AP21	AP22	AP23	AP24	AP25	AP26	AP27	ESP	U.E.	RDM	L	K	SOC	AA.PP.	A-1	TOTAL		
CONS	1000 m ³	0.49	0.01	0.21	0.08	0.00	0.01	0.11	0.09	0.16	0.98	0.22	0.07	0.00	0.12	0.02	0.00	0.44	0.59	0.13	0.03	0.16	0.02	0.04	0.14	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.17	0.56	0.28	5.18		
CF	1000 m ³	0.33	0.01	0.09	0.02	0.00	0.00	0.06	0.05	0.08	0.59	0.12	0.04	0.00	0.06	0.01	0.00	0.24	0.35	0.07	0.02	0.09	0.01	0.02	0.08	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.31	0.15	2.92		
DOB	kg	21.38	12.05	31.85	16.55	0.02	1.35	25.02	19.04	33.14	183.43	45.86	13.17	0.77	28.43	3.76	0.00	92.75	106.81	26.23	5.68	33.59	3.06	9.04	30.08	0.00	0.31	2.42	0.81	0.00	8.92	1.85	0.00	36.04	124.50	60.70	978.63		
DOQ	kg	2.79	0.24	3.64	33.32	0.00	0.16	5.95	2.37	4.80	14.41	5.57	1.86	0.09	5.76	0.51	0.00	12.04	12.50	3.28	0.72	5.14	0.52	1.76	4.03	0.00	0.06	0.46	0.51	0.00	1.31	0.28	0.00	6.19	36.66	9.94	176.88		
Metales	kg	1.25	0.11	1.66	1.13	0.00	0.07	3.21	1.07	2.07	6.47	2.53	0.89	0.04	1.64	0.23	0.00	5.54	5.84	1.51	0.33	2.41	0.25	0.88	1.87	0.00	0.03	0.23	0.20	0.00	0.59	0.13	0.00	2.85	19.65	4.39	68.16		
Nitrógeno	kg	6.04	3.36	8.60	1.39	0.01	0.36	5.88	5.08	8.67	50.36	12.29	3.45	0.21	6.78	1.00	0.00	24.76	28.88	7.94	1.52	8.84	0.80	2.30	8.01	0.00	0.08	0.61	0.20	0.00	2.34	0.49	0.00	9.30	31.29	15.58	255.50		
Fósforo	kg	4.61	2.27	5.80	1.16	0.00	0.25	4.04	3.43	5.82	34.50	8.29	2.31	0.14	4.46	0.67	0.00	16.71	19.75	4.75	1.03	5.98	0.54	1.57	5.40	0.00	0.06	0.42	0.14	0.00	1.57	0.33	0.00	6.27	21.43	10.50	174.19		
Sol/Susp	kg	37.33	21.87	56.83	20.57	0.04	2.40	37.19	33.44	56.26	328.28	80.90	22.11	1.37	40.09	6.50	0.00	162.01	186.59	46.27	10.01	57.24	5.12	14.64	52.46	0.00	0.52	3.93	0.93	0.00	15.36	3.14	0.00	59.43	187.69	99.33	1649.78		
CO ₂	(t)	0.46	0.04	3.22	0.06	0.00	0.04	0.41	0.38	0.71	2.37	0.87	0.28	0.02	0.45	0.10	0.00	2.24	1.91	1.62	0.15	0.75	0.08	0.20	0.63	0.00	0.01	0.05	0.01	0.00	0.19	0.04	0.00	0.83	2.52	1.49	22.10		
CH ₄	(t)	0.0037	0.0017	0.0082	0.0003	0.0000	0.0002	0.0035	0.0023	0.0055	0.0287	0.0076	0.0021	0.0001	0.0038	0.0006	0.0000	0.0161	0.0173	0.0052	0.0011	0.0059	0.0005	0.0015	0.0069	0.0008	0.0001	0.0004	0.0002	0.0000	0.0015	0.0003	0.0000	0.0062	0.0227	0.0105	0.1656		
N ₂ O	(t)	0.0007	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0003	0.0015	0.0004	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0007	0.0009	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	
HFC	(kg)	0.0020	0.0002	0.0031	0.0002	0.0000	0.0001	0.0056	0.0019	0.0038	0.0116	0.0051	0.0013	0.0001	0.0031	0.0004	0.0000	0.0096	0.0066	0.0028	0.0005	0.0057	0.0003	0.0013	0.0031	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0000	0.0011	0.0002	0.0000	0.0044	0.0152	0.0075	0.0974		
PFC	(kg)	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0003	0.0010	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0008	0.0007	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0004	0.0010	0.0006	0.0073		
SF ₆	(kg)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0008
CO ₂ eq	(t)	0.75	0.08	3.52	0.07	0.00	0.05	0.55	0.50	0.92	3.47	1.16	0.36	0.02	0.59	0.12	0.00	2.84	2.58	1.83	0.19	0.97	0.10	0.26	0.86	0.00	0.01	0.07	0.02	0.00	0.25	0.05	0.00	1.07	3.34	1.88	28.48		

Fuente: Elaboración propia.



5. Referencias

- Alarcon, J., Heems, J.V. y Jong, N.D. (2000). "Extending the SAM with Social and Environmental Indicators: an Application to Bolivia". *Economic Systems Research*, 12 (4):473-496.
- Argüelles, M. y Benavides, C. (2002). "Una matriz de contabilidad social para Asturias". *Investigaciones Regionales*, 2:165-171.
- Ayres, R. y Kneese, A.V. (1969). "Production, Consumption and Externalities". *American Economic Review*, LLX (7):282-297.
- Azqueta, D., Alviar, M. y Domínguez, L. y O'Ryan, R. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. 2.ª Edición, McGraw Hill, Madrid.
- Bicknell, K.B., Ball, R.J., Cullen, R. and Bigsby, H.R. (1998). "New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy". *Ecological Economics*, 27(2):149-160.
- Cardenete, M.A. y Sancho, F. (2003). "Evaluación de multiplicadores contables en el marco de una matriz de contabilidad social regional". *Investigaciones Regionales*, 2:121-139.
- Cardenete, M., Fuentes, P. y Polo, C. (2008). "Análisis de intensidades energéticas y emisiones de CO₂. Matriz de Contabilidad Social de Andalucía para el año 2000". *Revista de Estudios Agrarios y Recursos Naturales*, 8(2):31-48.
- De Haan, M., Keuning, S.J. y Bosch, P. (1994). "Integrating indicators in a National Accounting Matrix including Environmental accounts (NAMEA); an application to the Netherlands". *National accounts Occasional Papers*, NA-060, (Voorburg, Statistics Netherlands).
- De Miguel, F.J., Manresa, A. y Ramajo, J. (1998). "Matriz de contabilidad social y multiplicadores contables: una aplicación para Extremadura". *Estadística Española*, 40 (143):195-232.
- Duarte, R., Mainar, A. y Sánchez Chóliz, J. (forthcoming). "The impact of household consumption patterns on emissions in Spain". *Energy Economics*.
- Ferng, J.J. (2001). Using composition of land multiplier to estimate ecological footprints associated with production activity. *Ecological Economic*, 37 (2):159-172.
- Ferng, J.J. (2002). "Toward a scenario analysis framework for energy footprints". *Ecological Economic*, 40 (1):53-69.
- Flores, M. (2008). *Modelos Multisectoriales con enfoque medioambiental: una aplicación a la economía aragonesa*. Tesis Doctoral en Economía, Universidad de Zaragoza.
- Flores, M. y Mainar, A. (2009). "Matriz de Contabilidad Social y Multiplicadores Contables para la Economía Aragonesa". *Revista Estadística Española*, 172 (51):431-479.
- Hong, L., Dong, Z.P., Chunyu, H. y Gang, W. (2007). "Evaluating the effects of embodied energy in international trade on ecological footprint in China". *Ecological Economics*, 62 (1):136-148.
- INE (2001). *Revisión del Padrón Municipal a 1 de Enero de 2000. Explotación Estadística. Resultados Nacionales*. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- INE (2002). *Encuesta Continua de Presupuestos Familiares 1999*. (CD-Rom INEbase, 2002). Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Keuning, S.J. (1994). "The SAM and Beyond: Open, SESAME". *Economic Systems Research*, 6 (1):21-50.
- Leontief, W. (1970). "Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach". *Review of Economics and Statistics*, 52 (3):262-271.
- Llop, M. y Manresa, A. (1999). "Análisis de la economía de Cataluña (1994) a través de una Matriz de Contabilidad Social". *Estadística Española*, 41 (144):241-268.





- Loh, J. (2000). *Living Planet Report 2000*. WWF-World Fund For Nature. Gland, Switzerland.
- Manresa A. y Sancho, F. (2004). "Energy intensive and CO₂ emissions in Catalonia: a SAM analysis". *International Journal of Environment, Workforce and Employment*, 1:91-106.
- Matete, M. y Hassan, R. (2006). "Integrated ecological economics accounting approach to evaluation of inter-basin water transfers: An application to the Lesotho Highlands Water Project". *Ecological Economics*, 60 (1):246-259.
- McDonald, G.W. y Patterson, M.G. (2004). "Ecological Footprints and interdependencies of New Zealand regions". *Ecological Economics*, 50 (1-2):49-67.
- Peters, G. y Hertwich, E. (2006). "Structural analysis of international trade: Environmental impacts of Norway". *Economic Systems Research*, 18 (2):155-181.
- Rodríguez, C., Llanes, G. y Cardenete, M.A. (2007). "Economic and environmental efficiency using a social accounting matrix". *Ecological Economics*, 60 (4):774-786.
- Sánchez-Chóliz, J., Duarte, R. y Mainar, A. (2007). "Environmental impact of household activity in Spain". *Ecological Economics*, 62 (2):308-318.
- Santamarta, J. (2005). "Las emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autónomas en España". *World Watch*, 23:32-41.
- Victor, P.A. (1972). *Pollution: Economy and Environment*. Allen and Unwin. London.
- Wackernagel, M. y Rees, W.E. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Gabriola Island.
- Wiedmann, T., Minx, J., Barrett, J. y Wackernagel, M. (2006). "Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis". *Ecological Economics*, 56 (1):28-48.
- Wissemá, W. y Dellink, R. (2007). "AGE analysis of the impact of a carbon energy tax on the Irish economy". *Ecological Economics*, 61 (4):671-683.



