

CONCHITA GARCÉS AYERBE \*  
CARMEN GALVE GÓRRIZ \*

# Repercusión de las inversiones en protección del medio ambiente en la productividad de las empresas españolas: un análisis empírico \*\* \*\*\*

*SUMARIO: 1. Introducción. 2. Influencia de la inversión medioambiental en la eficiencia empresarial. 3. Análisis del impacto en la productividad de las empresas que invierten en protección del medio ambiente. 4. Conclusiones. Bibliografía.*

**RESUMEN:** Este trabajo analiza la repercusión de las inversiones en capital de protección del medio ambiente en la productividad de las empresas españolas, tomando como punto de partida una función de producción Cobb-Douglas en la que se establece una distinción entre el *input* capital medioambiental y el *input* capital no medioambiental. La base de datos que sirve al objeto de la investigación consiste en un panel que cuenta con seis observaciones temporales, 1990-1995, para un colectivo de 53 grandes empresas españolas, no financieras y cotizadas en bolsa, que han comenzado su proceso de adaptación medioambiental. Los resultados no permiten corroborar la hipótesis de que las inversiones destinadas al cumplimiento de las exigencias medioambientales tienen un efecto negativo en la productividad o eficiencia de las empresas.

**Palabras clave:** inversión medioambiental, productividad, Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental (PITMA).

**ABSTRACT:** The current work analyses the after-effect of investments on environmental protection capital in spanish's productivity firms, taking as a starting pointing a Cobb-Douglas production function in which a difference between environmental capital *input* and non-environmental capital *input* is established. The data base of use for the purpose of the investigation consists of a panel with six temporal observations, 1990-1995, for a group of 53 big Spanish firms, non-financial and listed on the stock exchange, which have be-

\* Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

\*\* El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación SEC1999-1087-C02-01, financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT).

\*\*\* Los autores agradecen a Silvia Ayerbe Satué, ingeniero industrial del Departamento de Operaciones de Ecoembalajes España, su desinteresada colaboración en la clasificación de los proyectos medioambientales acometidos por las empresas de la muestra.

gun their environmental adaptation process. The outcomes don't be able to confirm the hypothesis that all investments aimed at compliance with environmental requirements sustain a negative effect over the firm's productivity or efficiency.

**Key words:** environmental investment, productivity, Industrial and Technological Environmental Program (PITMA).

## 1. Introducción

Las corporaciones de negocios se están enfrentando en las últimas décadas a nuevas restricciones relacionadas con la protección del entorno natural. Estas restricciones son transmitidas a la empresa a través de una serie de factores de presión: la regulación, los consumidores, los empleados, los proveedores, los accionistas, los medios de comunicación y determinados grupos de ciudadanos. Sin embargo, se puede argumentar, sin pérdida de generalidad, que es la regulación el factor de presión por excelencia que influye en la decisión de invertir en prevención o corrección del daño medioambiental. Es por esto por lo que el impacto de la regulación medioambiental en los resultados económicos de la industria se ha constituido en objeto de estudio por parte de un buen número de investigadores <sup>1</sup>.

Este trabajo pretende constituir una aportación empírica a esta nueva línea de investigación. Concretamente, se analiza el impacto de la inversión en capital productivo medioambiental (destinado al cumplimiento de la regulación medioambiental) sobre los niveles de productividad del trabajo y de eficiencia global de las empresas españolas. La base de datos que sirve al objeto de la investigación consiste en un panel que cuenta con seis observaciones temporales, 1990-1995, para un colectivo de 53 grandes empresas españolas, no financieras y cotizadas en bolsa, que han comenzado su proceso de adaptación a las exigencias medioambientales.

La investigación presenta algunas diferencias relevantes con respecto a otros trabajos empíricos que analizan la relación entre regulación medioambiental y productividad (BARBERA y McCONNELL, 1990; CHRISTAINSEN y HAVEMAN, 1981; CONRAD y MORRISON, 1989; CRANDALL, 1980; DENISON, 1979; GOLLOP y ROBERTS, 1983; GRAY, 1987; GRAY y SAHDBEGIAN, 1993; 1995; HAVEMAN y CHRISTAINSEN, 1981, y NORSWORTHY, HARPER y KUNZE, 1979). En primer lugar, en lo referente al ámbito de estudio y al período temporal, puesto que los trabajos revisados centran su análisis en determinados sectores de la industria estadounidense y, casi de forma exclusiva, en la década de los setenta. En segundo lugar, la mayor parte de estos trabajos utilizan en su análisis indicadores macroeconómicos, pero no microeconómicos, de la intensidad de la regulación medioambiental. De hecho, y en lo que alcanzamos a ver, solamente los trabajos realizados por GRAY y SAHDBEGIAN (1993, 1995) utilizan datos a nivel de empresa que incluyan los gastos dedicados a la disminución de contaminación <sup>2</sup>. Por último, la gran mayoría de estos trabajos analizan el impacto

<sup>1</sup> Parece ser que fue la coincidencia entre el florecimiento del movimiento medioambiental, en la década de los años setenta, y el declive comercial experimentado en algunos países industrializados en esa misma década (en especial en Estados Unidos), lo que despertó el interés académico por encontrar una relación entre la regulación en materia de medio ambiente y la disminución observada en la capacidad competitiva de las empresas. Existe una gran diversidad de trabajos, convenientemente recogidos en JAFFE *et al.* (1995), que analizan esta relación de causalidad.

<sup>2</sup> GRAY y SAHDBEGIAN (1993, 1995) obtienen la información necesaria para su estudio del informe PACE (Pollution Abatement Costs and Expenditures) de la Oficina del Censo. Aunque el informe les fa-

de la regulación medioambiental en el crecimiento de la productividad, pero no en los niveles. De nuevo, la excepción se encuentra en los trabajos de GRAY y SAHDBEGIAN (1993, 1995), que analizan el impacto tanto en los niveles como en el crecimiento de la productividad.

La estructura del trabajo se describe a continuación: bajo el siguiente epígrafe se revisa la literatura económica que ha tratado de justificar la posible existencia de una relación causa-efecto entre la regulación medioambiental y la productividad de las empresas. Con este fin son expuestos los argumentos teóricos que defienden la hipótesis de que la repercusión en la productividad es de signo negativo, así como los que defienden que dicha repercusión es de signo positivo. En el epígrafe tercero se presenta un análisis empírico, para un colectivo de empresas españolas, que pretende analizar la influencia de la inversión en capital medioambiental sobre la productividad del trabajo y sobre la eficiencia global de la empresa; los resultados de nuestro estudio revelan que la inversión medioambiental afecta negativamente a la productividad del trabajo, mientras no tiene ninguna influencia en la eficiencia global de la empresa. Por último, en el epígrafe cuarto, se resumen las conclusiones más relevantes.

## **2. Influencia de la inversión medioambiental en la eficiencia empresarial**

La convicción más generalizada que se desprende de la revisión de la literatura teórica y empírica sobre el impacto de la regulación medioambiental en la eficiencia empresarial indica que la inversión destinada al cumplimiento, ralentiza el crecimiento de la productividad y, consecuentemente, reduce la capacidad de las empresas para competir en los mercados internacionales no sujetos a regulación.

JAFFE *et al.* (1995) apuntan algunas de las razones por las que la regulación medioambiental puede afectar negativamente a la eficiencia productiva de la industria. La primera se encuentra en la propia definición de productividad. La productividad hace referencia a la cantidad de *output* obtenido por unidad de *input*. Sin embargo, el hecho de que la calidad medioambiental del entorno no haya sido cuantificada como un *output* económico hace que resulten «improductivos» los recursos destinados al cumplimiento de las exigencias medioambientales. Este argumento, que ha sido secundado por la mayoría de los autores que han escrito sobre el tema (CHRISTAINSEN y HAVEMAN, 1981; CONRAD y MORRISON, 1989; GRAY y SAHDBEGIAN, 1995; PITTMAN, 1983; REPETTO, 1990), guarda relación con la discusión teórica, ampliamente tratada en la literatura, acerca de la necesidad de reconceptualizar los indicadores económicos para hacerlos inclusivos de los resultados medioambientales. De hecho, algunos de los autores mencionados, por ejemplo PITTMAN (1983) y REPETTO (1990), proponen una medición alternativa de la productividad, en la que se incluye la contaminación de las empresas como un *output* «no deseable».

En relación con este argumento, y como segunda razón, hay que considerar la posibilidad de que las inversiones en capital dirigido a la protección del medio ambiente puedan estar desplazando a otras inversiones directamente productivas en el

cilita también información sobre inversión en capital de reducción de contaminación, utilizan solamente los gastos de operación porque el número de datos *missing* relativos a inversión en capital supondría reducir considerablemente su muestra.

sentido convencional. Esta hipótesis ha sido constatada empíricamente por algunos autores como ROSE (1983), que estima que las inversiones dirigidas a capital medioambiental reducen la inversión destinada a otro tipo de capital, aunque el grado de reducción es menor que el de uno sobre uno. NORSWORTHY, HARPER y KUNZE (1979) encuentran también que la inversión dirigida a capital «no-medioambiental» disminuye a medida que aumenta la inversión en capital de reducción de contaminación. GRAY y SHADBEGIAN (1993), sin embargo, se muestran en desacuerdo con los trabajos anteriores y encuentran que, en algunos sectores como el papelero, existe una correlación positiva entre las inversiones «directamente productivas» y las dirigidas a protección del medio ambiente.

El resto de razones que justifican el impacto negativo de la regulación medioambiental están directamente relacionadas con el carácter de dicha regulación. En primer lugar, el obligado cumplimiento lleva a muchas empresas a modificar sus procesos productivos y/o sus sistemas de dirección hacia prácticas menos eficientes en términos de producción. Este inconveniente adquiere especial importancia cuando el plazo en que los requerimientos de tipo tecnológico son exigidos a las empresas no es lo suficientemente flexible, ya que puede suceder que la adopción de nuevas tecnologías sea consumada antes de que éstas estén lo suficientemente desarrolladas. Por otra parte, y adoptando el punto de vista opuesto, la existencia de incertidumbre acerca de los requisitos futuros de la regulación puede llevar a las empresas a posponer la inversión (VISCUSI, 1983) o el desarrollo de nuevos productos (HOERGER, BEAMER y HANSON, 1983). Por último, cabe añadir que muchas regulaciones en materia de medio ambiente eximen de los requerimientos a las plantas más viejas, desalentando la inversión en nuevas plantas más eficientes en el sentido productivo convencional (GRAY y SHADBEGIAN, 1995; JAFFE *et al.*, 1995).

Si bien la mayoría de los trabajos existentes en la literatura defienden la teoría planteada en los párrafos anteriores, algunos autores, como ASHFORD, AYRES y STONE (1985), VAN DER LINDE (1993), MEYER (1992), PORTER (1991), PORTER y VAN DER LINDE (1995a, 1995b), STEWART (1993) y XEPAPADEAS y ZEEUW (1999), se muestran en desacuerdo con esta creencia. Estos autores argumentan que las inversiones destinadas al cumplimiento de la legislación medioambiental constituyen una fuente de ventajas, a medio y largo plazo, para hacer frente a la competencia en los mercados internacionales.

El primer argumento que respalda la denominada «hipótesis Porter» indica que algunos sectores de la industria privada, en concreto los que ofrecen tecnología y servicios medioambientales, se benefician directamente de las restricciones reguladoras que afectan a sus clientes. Además, las empresas que operan en sectores directamente afectados por la regulación se ven obligadas a reconsiderar sus procesos de producción, lo que facilita la detección de ineficiencias e impulsa la innovación hacia tecnologías y métodos de producción más eficientes. Según PORTER y VAN DER LINDE (1995a), si la regulación es lo suficientemente estimulante a la innovación y lo suficientemente flexible en tiempo de adaptación, existe la posibilidad de encontrar un «*free lunch*», es decir, de alcanzar el objetivo de calidad medioambiental a la vez que se disminuyen los costes de producción o se mejora la productividad.

No obstante, la discusión referente a la relación entre el esfuerzo de cumplimiento medioambiental y la productividad debe tener presente que no todas las regulaciones son iguales. Las regulaciones medioambientales basadas en instrumen-

tos de mercado tales como los permisos negociables o las tasas de contaminación, tienden a resultar más coste-efectivas que las que requieren la adopción de tecnologías o establecen límites de obligado cumplimiento, debido a la mayor flexibilidad de adaptación que conceden a las empresas. Así, los diferentes efectos en la productividad observados en Estados Unidos, Canadá y Japón son atribuidos por STEWART (1993) a las diferencias en sus respectivos sistemas administrativos y legales en materia de medio ambiente. CONRAD y MORRISON (1989) utilizan un argumento similar, al atribuir el mayor descenso relativo en la productividad de Estados Unidos y Canadá, con respecto a Alemania, a las respectivas regulaciones aplicadas durante la década de los setenta.

Precisamente, es éste el argumento utilizado por PORTER y VAN DER LINDE (1995a) en defensa de su hipótesis. Según este autor, la razón que explica la disminución en el crecimiento de la productividad en Estados Unidos radica en la forma en que fue aplicado el proceso regulador en materia de medio ambiente. Dicho proceso, indica Porter, malgastó su potencial, concentrándose en la limpieza de la contaminación más que en su prevención, imponiendo tecnologías específicas, estableciendo límites de cumplimiento realmente cortos, y sometiendo a las empresas a una alta incertidumbre. Porter señala que las medidas tecnológicas preventivas requieren una inversión comparativamente mayor que las medidas correctoras, las cuales no pueden rentabilizarse en el corto plazo, pero pueden proporcionar importantes ventajas competitivas en el largo plazo. Esto explica, entre otras cosas, las diferencias observadas entre el proceso de adaptación de las empresas estadounidenses y las escandinavas que, como consecuencia de su específica regulación, desarrollaron innovaciones que no sólo cumplían con la legislación, sino que además permitían disminuir los costes de operación.

### **3. Análisis del impacto en la productividad de las empresas que invierten en protección del medio ambiente**

En esta sección se presenta un ejercicio empírico que pretende contrastar la influencia de la inversión en proyectos de reducción de contaminación en la productividad del trabajo y en la eficiencia global de la empresa, para un colectivo de empresas españolas que han comenzado su proceso de adaptación a las exigencias medioambientales.

#### **3.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

La base de datos utilizada para el análisis es un panel que cuenta con observaciones para 53 empresas españolas, no financieras, que han sido admitidas a cotización, en el mercado de valores español, en cada uno de los seis años que comprende el período 1990-1995. Esta condición nos permite contar con la información disponible, por empresa y año, en las auditorías presentadas por las empresas a la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> La información ha sido extraída de la base CD-Bolsa que publica la CNMV con datos referidos desde 1990.

El criterio que se utilizó para la elaboración de la muestra de empresas consistió en seleccionar, de entre las sociedades anónimas que han sido subvencionadas en el Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental (PITMA)<sup>4</sup>, en uno o más de los años que incluye el período de análisis, aquellas que habían cotizado en el mercado de valores español a lo largo de todo el período. La inversión acometida por estas empresas en proyectos de adaptación a las exigencias medioambientales, objeto de subvención por el PITMA, fue facilitada por el Ministerio de Industria y Energía (MINER) para el período de análisis. La totalidad de las empresas incluidas en la muestra habían acometido proyectos medioambientales de tipo tecnológico, consistentes en la implantación de tecnologías de prevención o de corrección de la contaminación<sup>5</sup>.

La razón principal que ha llevado a considerar a las empresas españolas acogidas al PITMA como muestra representativa de las que han comenzado su proceso de adaptación medioambiental, sin duda se deriva de la práctica inexistencia de otras fuentes de información pública y de la dificultad de obtener información privada. Por otra parte, y en lo referente al período de análisis, es razonable pensar que no fueron muchas las empresas españolas que comenzaron su proceso de adaptación antes de 1990, fecha en la que se inicia formalmente la reforma comunitaria en materia de medio ambiente<sup>6</sup>, y en la que entró en vigor en España el primero y más relevante programa industrial promovido por el MINER en materia de medio ambiente, el PITMA.

No hay que olvidar, sin embargo, algunas limitaciones que se derivan del uso de información referente a empresas subvencionadas, que suele presentar problemas en términos de selección adversa y de riesgo moral. Quiere decirse con esto que, en el caso que nos concierne, cabe suponer la presencia de asimetrías en la disponibilidad de información relevante entre las empresas acogidas al PITMA y la entidad gubernamental competente para conceder las ayudas. Las asimetrías pueden producirse, por una parte, en la información relevante para la aceptación dentro del programa, lo que puede provocar una autoselección negativa (selección adversa) de ciertas empresas cuya situación financiera requiere la inminente captación de fondos. Por otra parte, pueden existir asimetrías en la información relevante para garantizar el cumplimiento del proyecto para el que se ha adjudicado la subvención, lo que impide la total garantía de dicho cumplimiento (riesgo moral)<sup>7</sup>.

<sup>4</sup> Programa de subvenciones promovido por el Ministerio de Industria y Energía (MINER) y aprobado por la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos en septiembre de 1989 con el objetivo, entre otros, de alentar la adaptación eficiente de la industria española al marco jurídico medioambiental.

<sup>5</sup> No fueron incluidas en la submuestra ninguna de las empresas, participantes en el PITMA y con cotización en bolsa, cuyos proyectos de inversión medioambiental consistían en la adopción de medidas de tipo no tecnológico o en el desarrollo de oferta tecnológica y de servicios medioambientales, por considerar que dichas empresas no han adoptado una estrategia comparable a la de las empresas que han implantado medidas tecnológicas de tipo preventivo o corrector. La información referente al tipo de proyecto acometido por las empresas subvencionadas fue extraída de los títulos-descripción de los proyectos, publicados anualmente en el Boletín Oficial del Estado.

<sup>6</sup> Según FERNÁNDEZ DE GATTA (1994), la reforma comunitaria en materia de medio ambiente no comienza, formalmente, hasta el verano de 1990, en el Consejo Europeo de Dublín. Los Consejos Europeos anteriores habían tratado temas ambientales; sin embargo, no se incluían todavía en el contenido de los debates sobre la unión política.

<sup>7</sup> Para un análisis más detallado de los conceptos selección adversa y riesgo moral, véase MACHO y PÉREZ (1994).

La distribución por sectores de las empresas de la muestra, atendiendo a la clasificación sectorial general de la CNMV, se presenta en la tabla 1. Como se refleja en dicha tabla, las restricciones impuestas por el criterio de elaboración de la muestra da lugar a una menor representación de aquellos sectores en los que, al no padecerse problemas relevantes de contaminación, apenas existen empresas que hayan sido subvencionadas dentro del PITMA para la puesta en marcha de proyectos de prevención o corrección de contaminación.

TABLA 1.—Distribución sectorial de las empresas de la muestra

Sectores de la clasificación de la CNMV	N.º emp.	% emp.
<b>CEMENTO, VIDRIO Y MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.</b> . . . . .	10	18,87
Cemento. . . . .	7	13,21
Vidrio y material de construcción. . . . .	3	5,66
<b>COMERCIO Y OTROS SERVICIOS.</b> . . . . .	1	1,89
<b>CONSTRUCCIÓN</b> . . . . .	0	0,00
<b>ENERGÍA Y AGUA.</b> . . . . .	12	22,64
Mineras y combustibles sólidos . . . . .	1	1,89
Petróleo . . . . .	2	3,77
Energía eléctrica . . . . .	9	16,98
Agua y gas . . . . .	0	0,00
<b>INDUSTRIA QUÍMICA.</b> . . . . .	5	9,43
<b>METÁLICAS BÁSICAS.</b> . . . . .	5	9,43
<b>TRANSFORMACIÓN DE METALES.</b> . . . . .	6	11,32
Automóvil y otro material de transporte . . . . .	3	5,66
Otras industrias de transformación de metales. . . . .	3	5,66
<b>OTRAS INDUSTRIAS DE TRANSFORMACIÓN.</b> . . . . .	14	26,42
Alimentación, bebidas y tabaco . . . . .	7	13,21
Papel y artes gráficas. . . . .	3	5,66
Otras industrias manufactureras . . . . .	4	7,55
<b>TOTAL.</b> . . . . .	53	100

### 3.2. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO Y METODOLOGÍA ECONOMETRICA

Para la especificación del modelo se toma como punto de partida la función de producción neoclásica de la empresa,

$$Q = F (A; K; L) \quad [1]$$

donde Q es el nivel de *output*, K es el *stock* de capital, L es el número de empleados y A es un parámetro que mide la productividad total de los factores (eficiencia).

En nuestro análisis se postula que la elasticidad de la productividad ante variaciones del *input* capital puede variar en función de si ese *input* está destinado a la producción en el sentido convencional o, por el contrario, está destinado al cumplimiento de las exigencias medioambientales del entorno. Distinguiremos, por tanto, entre lo que denominaremos *stock* de capital medioambiental de la empresa,  $K_{MA}$ , y *stock* de capital no medioambiental de la empresa,  $K_{NMA}$ . A efectos de facilitar la medición de la eficiencia global (parámetro  $A$ ), supondremos que dicha función es de tipo Cobb-Douglas,

$$Q = AK_{MA}^{\alpha} K_{NMA}^{\beta} L^{\gamma} \quad [2]$$

donde  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  representan las elasticidades del *output* al capital medioambiental, al capital no medioambiental y al trabajo, respectivamente.

Dividiendo ambos lados de la ecuación [2] por  $L$ , simplificando y tomando logaritmos, tenemos el modelo básico de producción con efectos de la inversión medioambiental,

$$L_n \left( \frac{Q}{L} \right) = L_n A + \alpha L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right) + \beta L_n \left( \frac{K_{NMA}}{L} \right) + \delta L_n(L) \quad [3]$$

donde  $\delta = \alpha + \beta + \gamma - 1$  es una medida de las economías de escala. De forma que si  $\delta > 0$ ,  $\delta < 0$  o  $\delta = 0$ , diremos que existen rendimientos crecientes, decrecientes o constantes a escala, respectivamente.

Por lo tanto, la eficiencia global,  $A$ , se puede estimar a partir de la productividad del trabajo,  $Q/L$ , ajustada por diferencias en la intensidad de capital (medioambiental y no medioambiental),  $K/L$ , y por el efecto de las economías de escala <sup>8</sup>.

Adaptando el modelo básico presentado en [3] a los requisitos del análisis, se especifica un modelo de producción como el presentado en [4]:

$$L_n \left( \frac{VA}{L} \right)_{it} = L_n A + \alpha L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)_{it} + \beta L_n \left( \frac{K_{NMA}}{L} \right)_{it} + \delta L_n(L)_{it} + \theta D_t + u_{it} \quad [4]$$

$$i = 1, \dots, 53; t = 1, \dots, 6$$

donde la productividad del trabajo de la empresa  $i$ , en el período  $t$ ,  $\left( \frac{VA}{L} \right)_{it}$ , medida como el valor añadido por trabajador <sup>9</sup>, queda expresada en función su intensidad de capital medioambiental,  $\left( \frac{K_{MA}}{L} \right)_{it}$ ; su intensidad de capital no medioambiental,  $\left( \frac{K_{NMA}}{L} \right)_{it}$ ; su número de empleados,  $(L)_{it}$ ; una variable *dummy* temporal,  $D_t$ ; y el término aleatorio  $u_{it}$ .

<sup>8</sup> A partir del modelo [3], y con información sobre variables de *inputs* y *outputs* para el colectivo de empresas analizado, el contraste de la relación entre productividad e inversión medioambiental se realizará estimando  $L_n A$  para cada empresa y comparando su valor entre las diferentes formas de inversión en capital productivo, medioambiental o no medioambiental.

<sup>9</sup> Al no disponer de la información sobre el *output* de la empresa en unidades físicas, se opta por tomar como medida alternativa de éste el valor añadido, el cual es igual a la diferencia entre ingresos y compras de bienes o servicios a otras empresas; variable que es proporcionada directamente por las memorias publicadas por la CNMV.



Para medir el *stock* de capital medioambiental de la empresa *i* en el período *t*, se ha utilizado como variable *proxy* la inversión realizada en el período *t* en proyectos subvencionados dentro del programa PITMA más la inversión acumulada hasta el período *t-1*, suponiendo una tasa de depreciación del 10 por 100<sup>10</sup>.

$$K_{MA_t} = INU_{MA_t} + (1 - 0,1)K_{MA_{t-1}}$$

Nótese que la variable  $K_{MA}$  no adquiere valor positivo sino el primer año del período en el que la empresa invierte en proyectos de carácter medioambiental. Puesto que el modelo básico exige la transformación logarítmica de dicha variable, se opta por considerar un valor  $\lambda$ , próximo a cero, cuando el valor de esta variable es cero<sup>11</sup>.

En cuanto al *stock* de capital no medioambiental, han sido considerados los fondos permanentes, descontada la inversión medioambiental acumulada ( $K_{MA}$ ).

$$K_{NMA_t} = FPER - K_{MA_t}$$

Los estadísticos descriptivos básicos —media, desviación típica y valores mínimo y máximo— para las variables utilizadas se resumen en la tabla 2; y los coeficientes de correlación de Pearson entre dichas variables en la tabla 3.

TABLA 2.—Resumen estadístico de las variables relevantes

	Media	Desviación típica	Valor mínimo	Valor máximo
$\frac{VA}{L}$	13,55	11,62	0,58	94,67
$\frac{K_{MA}}{L}$	5,72	60,05	$\lambda'$	793,39
$\frac{FPER - K_{MA}}{L}$	71,75	214,27	0,92	2.599,28
$L$	1.816,90	2.911,31	12,00	17.412,00
$L_n \left( \frac{VA}{L} \right)$	2,34	0,72	-0,55	4,55
$L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)$	-4,58	5,46	-16,67	6,68
$L_n \left( \frac{FPER - K_{MA}}{L} \right)$	3,41	1,18	-0,08	7,86
$L_n(L)$	6,58	1,41	2,49	9,77

$\lambda' = \lambda / \text{número máximo de empleados} = 0,001 / 17.412$ .

Número válido de observaciones = 318. Variables en millones, salvo el número de empleados.

<sup>10</sup> Se ha escogido una tasa de depreciación del 10 por 100 por ser la tasa de amortización sobre activo material considerada por la Central de Balances del Banco de España (CBBE).

<sup>11</sup> Tras realizar un análisis de sensibilidad de los resultados ante variaciones en el valor de  $\lambda$  escogido, y tras comprobar que los resultados se presentan similares ante los valores 0,1, 0,01 y 0,001, se opta por escoger el valor 0,001. El número de observaciones del  $K_{MA}$  en las que el valor es de 0 antes de la transformación representa, en el colectivo de empresas que han decidido invertir a lo largo del período, el 26 por 100 de las observaciones.

TABLA 3.—Matriz de coeficientes de correlación de Pearson

	$L_n \left( \frac{VA}{L} \right)$	$L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)$	$L_n \left( \frac{FPER - K_{MA}}{L} \right)$	$L_n (L)$
$L_n \left( \frac{VA}{L} \right)$	1,0000			
$L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)$	0,2713 (p = 0,000)	1,0000		
$L_n \left( \frac{FPER - K_{MA}}{L} \right)$	0,7852 (p = 0,000)	0,3112 (p = 0,000)	1,0000	
$L_n (L)$	0,1745 (p = 0,002)	-0,0355 (p = 0,528)	0,0665 (p = 0,237)	1,0000

Desde el punto de vista econométrico, a la hora de estimar el modelo especificado en [4], puede ser considerada la posibilidad de que exista un efecto específico por empresa,  $\eta_i$ , constante a lo largo del tiempo. Si existe este efecto específico, entonces los estimadores Mínimo Cuadrado Ordinarios (MCO) no resultan adecuados porque podrían estar sesgando los coeficientes.

La metodología de datos de panel permite tratar ese efecto específico como un efecto fijo intragrupo o como un efecto aleatorio. La conveniencia de tratar los efectos específicos de una u otra forma depende de si presentan o no correlación con las variables observables,  $X_{it}$ . Si los  $\eta_i$  están correlacionados con las variables explicativas, el estimador MCO resulta inconsistente y debe ser considerado el estimador Intragrupos (WG). Los  $\eta_i$  constituirán, en este caso, un conjunto de N coeficientes intragrupo adicionales, que pueden ser estimados junto con los coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\theta$  del modelo especificado. Si los  $\eta_i$  representan una variable aleatoria, independiente de  $X_{it}$ , entonces pasan a formar parte de un término de perturbación compuesto,  $\varepsilon_{it} = \eta_i + u_{it}$ , donde  $\eta_i$  es el efecto aleatorio específico por empresa y  $u_{it}$  es el componente de error aleatorio propiamente dicho. Los estimadores MCO resultarían consistentes en este caso, pero ineficientes, al no comportarse la perturbación como ruido blanco. Los estimadores utilizados deberían ser, por tanto, los Mínimo Cuadrado Generalizados (MCG).

### 3.3. RESULTADOS

Los resultados de las estimaciones MCO, WG y MCG del modelo propuesto se presentan en la tabla 4 y los resultados de los tests de Breusch Pagan y de Hausman en la tabla 5. El test de Breusch Pagan nos lleva a rechazar la hipótesis de que no existen efectos específicos por empresa y, consecuentemente, a rechazar la estimación MCO. Por otra parte, el test de Hausman nos lleva a rechazar la hipótesis de que los efectos específicos sean aleatorios y a aceptar, por tanto, que existen efectos fijos por empresa. La existencia de efectos fijos por empresa, que podría venir motivada por aspectos tales como la cultura corporativa o el *know-how* específico de cada empresa, nos lleva a retener la estimación intragrupos (WG).

TABLA 4.—Estimación panel. Variable dependiente:  $L_n(VA/L)$

Estimación	MCO	Intragrupos (WG)	MCG
Constante	0,209 (1,336)		0,286 (1,105)
$L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)$	-0,004 (-0,692)	-0,015*** (-2,775)	-0,01** (-2,021)
$L_n \left( \frac{FPER - K_{MA}}{L} \right)$	0,470*** (21,803)	0,179*** (2,684)	0,39*** (12,477)
$L_n(L)$	0,068*** (3,981)	-0,072 (-0,929)	0,086*** (2,917)
D <sub>91</sub>	-0,07 (-0,836)	-0,013 (-0,222)	-0,042 (-0,720)
D <sub>92</sub>	-0,039 (-0,448)	0,036 (0,585)	0,001 (0,016)
D <sub>93</sub>	0,025 (0,284)	0,128* (1,920)	0,083 (1,289)
D <sub>94</sub>	0,208** (2,284)	0,337*** (4,785)	0,282*** (4,173)
D <sub>95</sub>	0,25*** (2,702)	0,42*** (5,668)	0,339*** (4,825)
R <sup>2</sup>	0,649	0,838	0,635
Estadístico autocorrelación		0,1142	0,0005
Observaciones	318	318	318

\* p-valor  $\leq 0,1$ ; \*\* p-valor  $\leq 0,05$ ; \*\*\* p-valor  $\leq 0,01$ .

La variable *dummy* temporal omitida corresponde al periodo 1990.

TABLA 5.—Selección del modelo estimado

Test de Breusch Pagan: Modelo sin efectos específicos vs modelo con efectos específicos			
Estadístico	Valor	g.l.	p-valor
Multiplicador Lagrange	190,52370	1	0,000000
Test de Hausman: Modelo con efectos fijos vs. modelo con efectos aleatorios			
Estadístico	Valor	g.l.	p-valor
chi-cuadrado	18,32959	8	0,018887

Los resultados presentados permiten extraer las siguientes conclusiones:

En primer lugar, y en relación a la productividad parcial del trabajo, se observa que la sensibilidad de la productividad del trabajador, medida en términos de valor añadido por trabajador, es negativa y significativa ( $-0,015$ ) ante variaciones marginales en la intensidad de capital medioambiental. Este resultado, en principio, nos llevaría a afirmar que las inversiones destinadas a la protección del medio ambiente tienen una repercusión negativa, aunque muy pequeña, en la productividad del trabajo de las empresas españolas.

Entre las posibles explicaciones a este resultado hay que resaltar: I) La referente a la propia medida de productividad del trabajo utilizada,  $\frac{VA}{L}$ , donde el valor

añadido viene determinado por la diferencia entre ingresos y consumos de bienes y servicios a empresas externas. Es decir, se está utilizando una medida de la productividad valorada en términos monetarios (y no en términos de unidades físicas) que incluye el precio del *output*, lo cual imposibilita la valoración correcta del impacto de la inversión medioambiental en la productividad si tenemos en cuenta que los mercados no atribuyen un adecuado valor económico a la calidad medioambiental, impidiendo la contabilización óptima del beneficio percibido por el consumidor en términos medioambientales (SHRIVASTAVA y HART, 1994) y por tanto del precio, el cual queda infravalorado o no incluye dicho beneficio medioambiental percibido; hecho que provoca una infravaloración en los ingresos de la empresa y como consecuencia de ello en el valor añadido de la empresa. II) Otra posible explicación a los resultados obtenidos se encuentra en el horizonte de tiempo considerado. Las empresas objeto de nuestro estudio son empresas que se caracterizan por tener un tamaño grande y por pertenecer a sectores cuyas implicaciones medioambientales son importantes, lo cual significa que la adopción, por parte de las mismas, de determinadas medidas de mejora medioambiental requieren inversiones iniciales muy grandes que no podrán rentabilizarse en el corto plazo, pero que pueden proporcionar importantes ventajas competitivas en el largo plazo.

En segundo lugar, y atendiendo a la variable de tamaño, los resultados de la tabla 4 constatan que el colectivo de empresas analizado exhibe rendimientos constantes a escala, lo cual podría indicar que este colectivo adopta un tamaño próximo al eficiente, a partir del cual, incrementos en el *output* no dan lugar a reducciones en los costes.

En tercer lugar, los resultados indican que la productividad de las empresas españolas es significativamente mayor en los años 1994 y 1995 que en el año 1990. Este resultado es el reflejo de la recuperación económica de la industria española que comenzó en 1994 y que se manifestó, entre otros aspectos, en un aumento de la productividad.

Por último, los resultados de la tabla 4 revelan que la sensibilidad de la productividad del trabajo ante variaciones en la intensidad del capital no medioambiental es positiva y significativa e igual a  $0,179$ . Sin embargo, el valor de este coeficiente es muy pequeño si lo comparamos con la estimación sobre dicha variable obtenida en la literatura empírica<sup>12</sup>. La interpretación de este resultado sería que, al incorpo-

<sup>12</sup> Por ejemplo, RAYMOND (1989), con datos consolidados sobre la economía española, obtiene una elasticidad de  $0,389$ , la cual se aproxima a las estimaciones de nuestro trabajo cuando utilizamos los estimadores MCO y MCG.

rar los efectos fijos, el impacto de intensidad del capital productivo no medioambiental sobre la productividad del trabajo recoge principalmente la variabilidad intertemporal de la variable  $L_n \left( \frac{K_{NMA}}{L} \right)$ , reconociéndose la variabilidad interempresarial de la intensidad en capital productivo no medioambiental en los efectos fijos individuales por empresa ( $\eta_i$ ); ocurriendo lo mismo con la variable intensidad de capital medioambiental. Adicionalmente, el mayor valor de  $R^2$  de la regresión cuando se incorporan los efectos fijos individuales nos lleva a pensar que en ellos se reflejan, además de la variabilidad interempresarial de la intensidad de capital (medioambiental o no medioambiental), otras variables explicativas como el sector al cual pertenece la empresa y el tamaño de la misma. Dichos efectos individuales, obtenidos de la estimación intragrupos del modelo [4], pueden ser elegidos, por tanto, como una medida de la productividad global o eficiencia de cada empresa ( $L_n A_i$ ), entendida como una relación entre *output*, valor añadido, y cantidad de factores empleados, capital medioambiental, capital no medioambiental y trabajo <sup>13</sup>.

Nuestro objetivo principal es comprobar si existen diferencias en la productividad global,  $\eta_i$ , atribuibles a la inversión en capital medioambiental. El modelo propuesto para ello se expresa por:

$$\eta_i = \alpha_0 + \alpha_1 L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)_i + \alpha_2 L_n \left( \frac{K_{NMA}}{L} \right)_i + \alpha_3 L_n(L)_i + \alpha_4 D_s \quad [5]$$

$i = 1, \dots, 53$

donde  $L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)_i$ ,  $L_n \left( \frac{K_{NMA}}{L} \right)_i$  y  $L_n(L)_i$  adoptan el valor medio del período de tiempo disponible, y  $D_s$  son variables *dummy* sectoriales. La inclusión de  $L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)_i$  y  $L_n \left( \frac{K_{NMA}}{L} \right)_i$  se justifica porque en la estimación intragrupos (tabla 4) se pone de manifiesto que el efecto fijo por empresa incorpora el impacto de la intensidad de capital, medioambiental y no medioambiental, sobre la productividad del trabajo. La inclusión del promedio del número de empleados (en forma logarítmica), junto con las variables dicotómicas sectoriales, tiene por objeto aislar el efecto del tamaño y el efecto sectorial sobre el valor añadido por trabajador.

La tabla 6 recoge los resultados de estimar el modelo [5]. De la misma se desprende que el impacto de la inversión en capital no medioambiental en la eficiencia global de la empresa es significativamente positivo e igual a 0,22. Quiere decir esto que el coeficiente global que mide la elasticidad de la productividad del trabajo ante variaciones en el capital productivo será de 0,179 (resultado de la variabilidad intertemporal) más 0,22 (resultado del efecto fijo por empresa), es decir, igual a 0,41. Por lo que la elasticidad del *output* con respecto al capital productivo estimado en este trabajo,  $\alpha = 0,399$ , ya no difiere sustancialmente de la obtenida por otros trabajos.

Con respecto al impacto de la intensidad de la inversión en capital medioambiental, se observa que ésta no tiene una influencia significativa en la eficiencia

<sup>13</sup> Véase nota 8, donde, tras la exposición del modelo teórico, se presenta la forma de contrastar la relación entre productividad e inversión medioambiental.

TABLA 6.—Estimación MCO Variable dependiente:  $\eta_i$ 

Constante	1,149*** (2,713)	S <sub>COs</sub>	0,234 (0,716)
$L_n \left( \frac{K_{MA}}{L} \right)$	0,022 (1,515)	S <sub>IQ</sub>	-0,221 (-1,116)
$L_n \left( \frac{FPER - K_{MA}}{L} \right)$	0,220*** (3,607)	S <sub>MB</sub>	-0,611*** (-2,906)
$L_n (L)$	0,072* (1,877)	S <sub>OIT</sub>	-0,451*** (-2,786)
S <sub>CVM</sub>	-0,321** (-2,133)	S <sub>TM</sub>	-0,354* (-1,758)
R <sup>2</sup>	0,679	Observaciones	53
Estadístico autocorrelación	0,1576	Durbin Watson	1,6848

\* p-valor  $\leq 0,1$ ; \*\* p-valor  $\leq 0,05$ ; \*\*\* p-valor  $\leq 0,01$ .

La variable *dummy* omitida corresponde al sector de Energía y agua.

S<sub>CVM</sub> = Sector Cemento, vidrio y material de construcción; S<sub>COs</sub> = Sector Comercio y otros servicios; S<sub>IQ</sub> = Sector Industria química; S<sub>MB</sub> = Sector Metálicas Básicas; S<sub>OIT</sub> = Sector Otras industrias de transformación; S<sub>TM</sub> = Sector Transformación de metales.

global, es decir, se observa que ésta tiene un pequeño impacto positivo, aunque no significativo <sup>14</sup>. La explicación a este valor tan escaso, próximo a cero, se encuentra previsiblemente, como ya hemos comentado anteriormente, en la propia medida de la productividad del trabajo y en el horizonte temporal considerado. Es nuestro deseo, por tanto, que los resultados sean interpretados como justificación a la necesidad de establecer adecuados indicadores de medición de la calidad medioambiental, lo que previsiblemente se traduciría en un impacto positivo y significativo de la inversión medioambiental en la eficiencia de las empresas.

Los resultados también indican la importancia de la actividad o sector al que pertenece la empresa; es decir, los resultados confirman que el efecto fijo detectado por empresa viene explicado en parte por el sector de actividad en el que opera la misma. Con el fin de detectar de forma clara la presencia de dichos efectos sectoriales, y puesto que la estimación panel del modelo no los corrige <sup>15</sup>, se realizaron dos estimaciones alternativas del modelo especificado en [4]. La primera se concretó en

<sup>14</sup> Quiere decir esto, al igual que en el caso anterior, que el coeficiente global que mide la elasticidad de la productividad del trabajo ante variaciones en el capital productivo medioambiental será próximo a -0,015.

<sup>15</sup> Si se incluyeran variables *dummy* sectoriales, la ausencia de variabilidad en las seis observaciones correspondientes a cada empresa, nos impediría utilizar la metodología de datos de panel con el fin de detectar la posible existencia de efectos específicos por empresa, y nos obligaría a tratar las 318 observaciones como un *pull*.

una estimación panel del modelo, pero, en este caso, con el objetivo de detectar la presencia de efectos específicos por sector. La segunda se concretó en una estimación MCO sobre el *pull* de las 318 observaciones, utilizando como variables de control *dummies* sectoriales y *dummies* anuales. Como queda de manifiesto en la tabla 7, los resultados de sendas estimaciones fueron indicativos de la presencia de un efecto sectorial que, según la estimación panel, se comportaba de forma aleatoria. Sin embargo, cualquiera de las dos estimaciones contaba con un menor poder explicativo que la estimación corregida de los efectos específicos por empresa.

TABLA 7.—Estimaciones corregidas por el efecto sectorial

Variable dependiente	$L_n$ (VA/L)			$L_n$ (VA/L)
Estimación	MCO <sup>(1)</sup>			MCG
Observaciones	318 ( <i>pull</i> de datos)			318 (panel de datos)
Constante	1,157*** (3,898)			0,942*** (3,508)
$L_n \left( \frac{KMA}{L} \right)$	-0,011** (-2,035)	Scvc	-0,136 (-1,313)	-0,002 (-0,437)
$L_n \left( \frac{FPER - KMA}{L} \right)$	0,381*** (11,297)	Scs	0,176 (0,751)	0,377*** (13,830)
$I_n (L)$	-0,001 (-0,026)	S <sub>IQ</sub>	-0,098 (-0,718)	0,011 (0,576)
D <sub>01</sub>	-0,044 (-0,850)	S <sub>MB</sub>	-0,597*** (-4,019)	-0,066 (-0,844)
D <sub>02</sub>	0,001 (0,020)	S <sub>OIT</sub>	-0,539*** (-4,816)	-0,038 (-0,477)
D <sub>03</sub>	0,078 (1,092)	S <sub>TM</sub>	-0,344*** (-2,635)	0,024 (0,293)
D <sub>04</sub>	0,270*** (3,770)	Rho <sup>(2)</sup>	0,593*** (13,125)	0,209** (2,444)
D <sub>05</sub>	0,329*** (5,009)			0,260*** (2,973)
R <sup>2</sup>	0,697			0,618
Estadístico de autocorrelación				0,0001
Autocorrelación de los residuos transformados	0,0192			

\* p-valor ≤ 0,1; \*\* p-valor ≤ 0,05; \*\*\* p-valor ≤ 0,01.

Scvm = Sector Cemento, vidrio y material de construcción; Scos = Sector Comercio y otros servicios; S<sub>IQ</sub> = Sector Industria química; S<sub>MB</sub> = Sector Metálicas Básicas; S<sub>OIT</sub> = Sector Otras industrias de transformación; S<sub>TM</sub> = Sector Transformación de metales.

(1) La variable *dummy* temporal omitida corresponde al período 1990. La variable *dummy* sectorial omitida corresponde al sector Energía y agua.

(2) Problemas de autocorrelación corregidos a través de un Mínimo Cuadrático General Estimado, donde el parámetro Rho se calcula mediante el algoritmo de Prais-Winstein.

#### 4. Conclusiones

Este trabajo presenta un análisis empírico que pretende contrastar la repercusión de la inversión medioambiental privada en la productividad del trabajo y en la eficiencia global de las empresas españolas. La estimación de una función de producción de tipo Cobb-Douglas en la que se establece una distinción entre el *input* capital medioambiental y el *input* capital no medioambiental permite extraer, como conclusión principal, que la elasticidad del *input* capital del colectivo de empresas analizado difiere en función de si el capital está dirigido a la producción en el sentido convencional o al cumplimiento de las exigencias reguladoras. Así, mientras que en el primero de los casos se obtiene una elasticidad de la productividad del trabajo de signo positivo, y coherente con la obtenida en otros trabajos empíricos referidos a la empresa española, la elasticidad de la productividad del trabajo ante variaciones en el capital medioambiental resulta de signo negativo, aunque próximo a cero. En cambio, en lo referente a la eficiencia global, nuestra variable objeto de análisis, la inversión destinada al cumplimiento de las exigencias medioambientales, resulta positiva, aunque no significativa.

Esta conclusión deber ser, sin embargo, matizada en dos sentidos. En primer lugar, conviene recalcar que la medición de la productividad que ha sido utilizada en los análisis no permite considerar el valor generado en la empresa en términos de calidad del medio ambiente. La pequeña, pero significativa, disminución observada deber ser considerada, por tanto, como una infravaloración cuantitativa en términos de patrones convencionales y no como una disminución en el valor total generado por la empresa, en el que debería considerarse el valor generado en términos de calidad medioambiental. Es de nuestro interés, por tanto, manifestar la necesidad de incorporar adecuados indicadores que nos permitan la medición de la calidad medioambiental como un *output* económico, con el objeto de poder detectar el previsible impacto positivo de los recursos destinados al cumplimiento de las exigencias medioambientales en la eficiencia de las empresas. En segundo lugar, el análisis únicamente considera los efectos en la productividad a corto/medio plazo. Concretamente, el *stock* de capital medioambiental acumula, en el mejor de los casos, las inversiones realizadas en los cuatro años anteriores. Nuestros resultados, por tanto, no deben ser interpretados en desacuerdo con la «hipótesis Porter», dado que el período para el que se dispone de datos no permite analizar los efectos a largo plazo, en el que, en nuestra opinión, incluso la eficiencia productiva convencional podría experimentar una mejora como consecuencia de las inversiones destinadas a la protección del medio ambiente.

Adicionalmente, y con respecto a otras variables, los resultados del análisis permiten concluir: En primer lugar, que el colectivo de empresas analizado exhibe rendimientos constantes a escala, lo cual apunta a que dicho colectivo adopta un tamaño próximo al eficiente, a partir del cual, incrementos en el *output* no dan lugar a reducciones en los costes. En segundo lugar, se detecta un significativo aumento en la productividad del colectivo de empresas analizado en los años 1994 y 1995, reflejo de la recuperación económica que en esa fecha experimentó la industria española. Por último, los resultados constatan la importancia de la actividad o sector al que pertenece la empresa, tanto en la productividad del trabajo como en la eficiencia global de la misma.



## Bibliografía

- ASHFORD, N. A.; AYRES, C., y STONE, R. F. (1985): «Using Regulation to Change the Market for Innovation», *Harvard Environmental Law Review*, vol. 9, pp. 419-466.
- BARBERA, A. J., y McCONNELL, V. D. (1990): «The Impact of Environmental Regulations on Industry Productivity: Direct and Indirect Effects», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 18, núm. 1, pp. 50-65.
- CHRISTAINSEN, G. B., y HAVEMAN, R. H. (1981): «The Contribution of Environmental Regulations to the Slowdown in Productivity Growth», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 8, núm. 4, pp. 381-390.
- CONRAD, K., y MORRISON, C. J. (1989): «The Impact of Pollution Abatement Investment on Productivity Change: An Empirical Comparison of the U. S., Germany and Canada», *Southern Economic Journal*, vol. 55, núm. 3, pp. 684-698.
- CRANDALL, R. W. (1980): «Pollution Controls and Productivity Growth in Basic Industries, en COWING, T. G., y STEVENSON, R. F. (eds.): *Productivity Measurements in Regulated Industries*, Academic Press, Nueva York, pp. 347-368.
- DENISON, E. F. (1979): *Accounting for Slower Economic Growth: The U. S. in the 1970's*, Washington, Brookings Institution.
- FERNÁNDEZ DE GATTA, D. (1994): «La Política Ambiental Comunitaria en el Tratado de la Unión Europea», *Revista de Estudios Europeos*, vol. 6, enero-marzo, pp. 7-32.
- GOLLOP, F. M., y ROBERTS, M. J. (1983): «Environmental Regulations and Productivity Growth: The Case of Fossil-fueled Electric Power Generation», *Journal of Political Economy*, vol. 91, núm. 4, pp. 654-674.
- GRAY, W. B. (1987): «The Cost of Regulation: OSHA, EPA, and the Productivity Slowdown», *American Economic Review*, vol. 77, núm. 5, diciembre, pp. 998-1006.
- GRAY, W. B., y SHADBEGIAN, R. J. (1993): «Environmental Regulation and Manufacturing Productivity at the Plant Level», *Center for Economic Studies Discussion Paper*, núm. 93-6, U. S. Department of Commerce, Washington.
- GRAY, W. B., y SHADBEGIAN, R. J. (1995): «Pollution Abatement Costs, Regulation, and Plant-Level Productivity», *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, núm. 4994, Massachusetts.
- HAVEMAN, R. H., y CHRISTAINSEN, G. B. (1981): «Environmental Regulations and Productivity Growth», en PESKIN, H. M.; PORTNEY, P. R., y KNEESE, A. V. (eds.): *Environmental Regulation and the U. S. Economy*, Resources for the future, Washington, pp. 55-75.
- HOERGER, F.; BEAMER, W. H., y HANSON, J. S. (1983): «The Cumulative Impact of Health, Environmental, and Safety Concerns on the Chemical Industry During the Seventies», *Law and Contemporary Problems*, vol. 46, núm. 3, verano, pp. 59-107.
- JAFFE, A. B.; PETERSON, S. R.; PORTNEY, P. R., y STAVINS, R. N. (1995): «Environmental Regulation and the Competitiveness of U. S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?», *Journal of Economic Literature*, vol. XXXIII, núm. 1, pp. 132-163.
- MACHO, I., y PÉREZ, D. (1994): *Introducción a la Economía de la Información*, Ariel, Barcelona.
- MEYER, S. M. (1992): *Environmentalism and Economic Prosperity: Testing the Environmental Impact Hypothesis*, MIT Press, Cambridge, mimeo.
- NORSWORTHY, J. R.; HARPER, M. J., y KUNZE, K. (1979): «The Slowdown in Productivity Growth: Analysis of Some Contributing Factors», *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 2, pp. 387-421.
- PITTMAN, R. W. (1983): «Multilateral Productivity Comparisons with Undesirable Output», *The Economic Journal*, vol. 93, núm. 372, diciembre, pp. 883-891.
- PORTER, M. E. (1991): «America's Green Strategy», *Scientific American*, vol. 264, núm. 4, p. 96.

- PORTER, M. E., y VAN DER LINDE (1995a): «Green and Competitive: Ending the Stalemate», *Harvard Business Review*, vol. 73, núm. 5, septiembre-octubre, pp. 120-134.
- PORTER, M. E., y VAN DER LINDE, C. (1995b): «Toward a New Conception of the Environment-competitiveness Relationship», *J. Econom. Perspect.*, vol. 9, núm. 4, pp. 97-118.
- RAYMOND, L. (1989): «Productividad de los factores y expansión del Sector Público en España», *Papeles de Economía Española*, núm. 41, pp. 159-171.
- REPETTO, R. (1990): «Environmental Productivity and Why Is So Important», *Challenge*, vol. 33, núm. 5, pp. 33-38.
- ROSE, A. (1983): «Modeling the Macroeconomic Impact of Air Pollution Abatement», *Journal of Regional Science*, vol. 23, núm. 4, pp. 441-459.
- STEWART, R. B. (1993): «Environmental Regulation and International Competitiveness», *Yale Law Journal*, vol. 102, núm. 8, pp. 2039-2106.
- VAN DER LINDE, C. (1993): «The Micro-Economic Implications of Environmental Regulation: A Preliminary Framework», en *Environmental Policies and Industrial Competitiveness*, Organization of Economic Cooperation and Development (OECD), París, pp. 69-77.
- VISCUSI, W. K. (1983): «Frameworks for Analyzing the Effects of Risk and Environmental Regulation on Productivity», *American Economic Review*, vol. 73, núm. 4, septiembre, pp. 793-801.
- XEPAPADEAS, A., y ZEEUW, A. (1999): «Environmental Policy and Competitiveness: The Porter Hypothesis and the Composition of Capital», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 37, núm. 2, pp. 165-182.