

LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:  
IMPUESTOS PIGOUVIANOS *VERSUS* MERCADO DERECHOS DE EMISIÓN

Rocío Yñiguez Ovando

INDICE:

- 1.- Interés público del medio ambiente
- 2.- Externalidades, ineficiencia y medio ambiente
- 3.- Intervención pública ante la ineficiencia económica generada por la contaminación ambiental
  - 3.1 .-Impuestos pigouvianos
  - 3.2.- Mercados de derechos de emisión
  - 3.3.-Equivalencia de los *derechos de contaminación* y los impuestos pigouvianos
  - 3.4.-El mercado de derechos europeos
- 4.- Bibliografía

---

**1.- Interés público del medio ambiente**

El medio ambiente en su concepto más amplio, se puede considerar como un bien público de nuevo corte, llamado también a satisfacer las necesidades sociales y que se puede incluir dentro de la categoría de los llamados bienes públicos globales (BPG), es decir, bienes cuyos beneficios son no rivales y no excluibles para más de un grupo de países, para una parte importante y transversal de la población mundial y para más generaciones que la actual<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> KAUL, ET AL. (1999).

Una característica diferenciadora nos interesa destacar del medio ambiente respecto a los bienes públicos tradicionales. Frente a bienes como la defensa nacional, la educación, la sanidad, etc., que se desenvuelven en un marco territorial muy reducido, el medio ambiente se configura como un bien sin límite geográfico; un bien que por su propia configuración se expande más allá de las fronteras de una jurisdicción; un bien, por tanto, que con razón podría recibir el calificativo de “supranacional”. Por tanto, podemos afirmar que la actividad económica desarrollada en un punto geográfico determinado, puede causar efectos externos a la humanidad, o al menos, a un amplio segmento de la misma.

La tala de un bosque, la explotación desmedida de la Antártida, o el consumo excesivo de combustibles fósiles con un alto contenido de dióxido de carbono, pueden afectar la calidad de vida de la población, no sólo de aquella que habita en el área en el que se circunscribe la actividad, sino la de amplias zonas geográficas que pueden alcanzar a la Humanidad entera por las consecuencias del efecto invernadero, elevación del nivel de los mares, desertización, etc.

Una gran diferencia entre el bien público medio ambiente y los bienes públicos a los que se refería Pigou, está ante todo en lo que podemos llamar principio de “no correspondencia”. Principio que hace referencia a la falta de coincidencia entre el ámbito territorial sobre el que se ejerce la soberanía del estado, y el territorio sobre el que incide el efecto o efectos negativos de la externalidad.

La arraigada conciencia de soberanía nacional en los distintos estados nos conduce a un proceso complicado para la cesión de cualquier competencia que pueda considerarse atentatoria del principio de soberanía. Este fuerte sentido de la soberanía nacional viene acompañado, en el mundo económico de la lucha impuesta como consecuencia del marco competitivo internacional en que se desenvuelven las distintas economías nacionales. Cualquier acción que tienda a deteriorar la relación real de intercambio como consecuencia de una elevación de los costes interiores en los procesos productivos y por tanto, venga a suponer una pérdida de posiciones competitivas frente a las economías del entorno, es rápidamente rechazada, tanto por los sectores perjudicados como por los gobiernos respectivos, que no están dispuestos a asumir el coste político,

que supone la introducción de una medida de esta naturaleza, aunque esté justificada por el proceso de globalización en el que estamos viviendo<sup>2</sup>.

El problema de la no correspondencia jurisdiccional es una de las cuestiones más importantes en el tratamiento de los bienes públicos supranacionales, que no estuvieron presentes en la hacienda pública de los años veinte, ni siquiera en el casi medio siglo vivido bajo el imperio de la Hacienda Keynesiana.

## **2.- Externalidades, ineficiencia y medio ambiente**

Se genera una externalidad en aquellas ocasiones en que se produce una interacción entre las funciones de utilidad o de producción de dos o más sujetos económicos (ya sean economías domésticas o empresas) sin que la misma se refleje en los precios de los bienes intercambiados por esos agentes económicos. Es decir, a veces las actividades de producción o de consumo de determinados bienes conllevan efectos para terceros que no son los productores ni los consumidores. A estos efectos a terceros es a lo que se conoce como economías externas, ya que son efectos que quedan fuera del sistema de precios, del sistema de mercado.

En definitiva las externalidades son los costes o beneficios adicionales que no se reflejan totalmente en el precio del mercado, por lo que dan lugar a situaciones de ineficiencia económica.

En el caso de la contaminación ambiental lo que se genera es una clara externalidad de producción negativa, en la que los costes sociales están por encima de los costes privados soportados por la unidad de producción causante de la misma.

En la economía clásica, el funcionamiento del mercado garantizaba la asignación eficiente de los factores de producción desde el punto de vista individual y social, de tal forma que, a pesar de la influencia mutua de los individuos en su bienestar, todos los efectos se transmitían a través de los cambios de los precios del mercado y la nueva asignación seguía siendo eficiente desde la óptica de Pareto, independientemente de que fuera más o menos deseable o equitativa desde el punto de vista de la distribución, según los juicios éticos de la sociedad.

---

<sup>2</sup> WHALLEY, J. (1991), VOL. 101

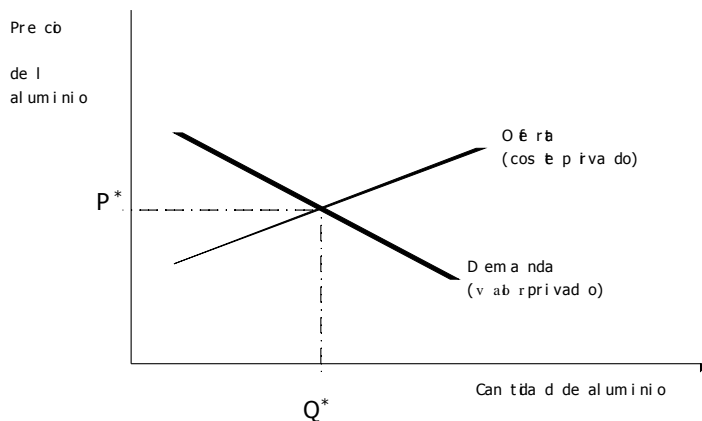
Pero el sistema de precios no garantiza la eficiencia ante la existencia de externalidades, sean positivas o negativas, ya que a la hora de decidir la cantidad a producir o a consumir de un bien o servicio, el sujeto decisor únicamente tendrá en cuenta los costes o beneficios propios o privados, que se reflejan a través de los precios, dejando al margen los costes o beneficios ajenos, cuya consideración es necesaria para conseguir una asignación eficiente de los recursos, desde el punto de vista social.

Uno de los principios fundamentales de la economía que sirve de guía para tomar decisiones racionales, es que el precio debe ser igual al coste marginal. En cualquier actividad, se maximiza la ganancia neta en el punto en que el incremento del coste de esa actividad (coste marginal) es igual al incremento de los ingresos de esa actividad (ingreso marginal).

Si nos centramos en un mercado específico, por ejemplo el del aluminio, el gráfico 1 muestra las curvas de oferta y demanda de ese mercado. Estas curvas contienen importante información sobre los costes y los beneficios. La curva de demanda de aluminio refleja el valor que tiene éste para los consumidores expresados por los precios que están dispuestos a pagar. Dada una cantidad cualquiera, la altura de la curva de demanda muestra la disposición del comprador marginal a pagar. Es decir, muestra el valor de la última unidad comprada de aluminio. Asimismo la curva de oferta refleja los costes de los productores de aluminio. Dada una cantidad cualquiera, la altura de la curva de oferta muestra el coste del vendedor marginal. Es decir, muestra el coste de la última unidad vendida de aluminio.

El precio del aluminio se ajusta para equilibrar la oferta y la demanda de aluminio. La cantidad producida y consumida en el equilibrio del mercado, representada por  $Q^*$ , en el gráfico 1, es eficiente en el sentido de que maximiza la suma del excedente del productor y del consumidor. Por tanto, el mercado asigna los recursos de tal forma que maximiza el valor total de la satisfacción obtenida por los consumidores que compran y utilizan el aluminio menos los costes totales asumidos por los productores que lo fabrican y lo venden.

## GRÁFICO 1



El teorema fundamental de la Economía del Bienestar para la consecución de la eficiencia nos dice que el precio debe ser igual al coste marginal social, el cual incluye todos los costes de producción, incluso el daño externo a otras personas y empresas. Por ello, las externalidades es una fuente de ineficiencia desde el punto de vista de la Economía del Bienestar, al no quedar incluido en los precios los beneficios o costes sociales que originan.

La externalidades o efectos externos son consecuencias económicas que exceden el ámbito de la economía en que se producen. Los positivos beneficiando a terceras personas y los negativos provocando un daño, un perjuicio para otras, que no encuentran su reflejo a través del sistema de precios que compense a quien los produce por los beneficios que reportan a los demás las externalidades, ni por el mismo procedimiento generan un coste a quien los produce, en el caso de los negativos, compensador del daño generado a terceros.

Por tanto, son efectos que exceden el ámbito privado que es la esfera en la que se basa la actuación del mercado, por lo que podemos hablar en estos casos de insuficiencia del mercado para alcanzar una asignación eficiente de los recursos económicos desde la óptica social, al no poder absorber los beneficios y costes sociales asociados a las externalidades positivas y negativas, respectivamente.

Cuando los beneficios sociales son mayores que los beneficios privados (caso de efectos externos positivos) la empresa tiende a producir o el consumidor a consumir aquel bien que origina tales efectos, por debajo del óptimo social, ya que proporciona beneficios a la sociedad superiores a la compensación que reciben de ella a través del mercado.

Por otro lado, cuando los costes sociales son mayores que los costes privados (caso de efectos externos negativos) la empresa tiende a producir o el consumidor a consumir por encima del óptimo social, ya que parte de los costes de la producción o del consumo, lejos de incidir en la economía de la empresa o en la economía doméstica, se desplazan a la sociedad.

En ambos casos, las externalidades originan una situación de clara ineficiencia económica al proponer una asignación de recursos diferente de aquella que garantizaría la consecución del óptimo social.

Vamos a analizar la ineficiencia generada por la contaminación, centrándonos en el sector de fabricación de aluminio, en el que por cada unidad producida de aluminio, la atmosfera recibe una cantidad determinada de humo. Como este humo supone un riesgo para la salud de las personas que respiran el aire, es claramente una externalidad negativa. ¿Cómo afecta esta externalidad a la eficiencia derivada del mercado?

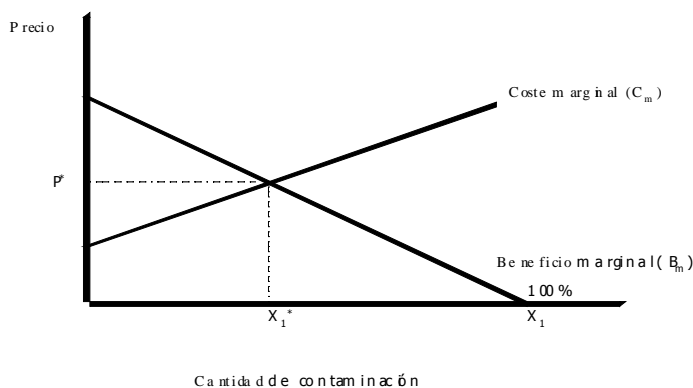
Para sistematizar el análisis, vamos a estudiar de forma detallada los conceptos de costes y beneficios derivados de la contaminación. El coste marginal de cada unidad de contaminación es igual al daño infligido por esa unidad, que aumenta a una tasa creciente conforme aumentan las unidades de contaminación. El beneficio marginal de una unidad extra de contaminación es el producto extra que corresponde a esa contaminación y/o el ahorro de costes que permite la contaminación; ya que para reducir la contaminación se puede hacer, o bien disminuyendo la producción, lo que supone una pérdida para la sociedad igual al excedente de ese bien, o bien usando factores más caros, como filtros en chimenea, que representan un coste para la empresa. El beneficio marginal disminuye con la cantidad de contaminación, lo que puede explicarse por el hecho de que la valoración marginal que los consumidores otorgan a un bien que se produce, disminuye al aumentar la cantidad.

La cantidad eficiente de contaminación,  $X_1^*$ , se dará cuando el coste marginal sea igual al beneficio marginal. Pero si la empresa que contamina no incurre en ningún coste,

seguirá contaminando siempre que se de un incremento de beneficio, independientemente del coste que suponga para otras partes y llegará hasta que el beneficio marginal de las emisiones sea cero, en este caso la contaminación de equilibrio,  $X_1$ , es mayor que la eficiente. ¿Por qué se produce esta ineficiencia? El origen se encuentra en que el bien contaminado es un bien libre, no tiene mercado y por lo tanto, no tiene precio determinado por la oferta y la demanda,  $P^*$ , su precio es cero (por ejemplo: aire limpio). En este caso, la externalidad no se debe a un fallo del mercado, sino a que el mercado no existe.

Tenemos que tener en cuenta que una contaminación igual a cero no es socialmente deseable, ya que sería equivalente a una producción cero que es una solución ineficiente.

## GRÁFICO 2

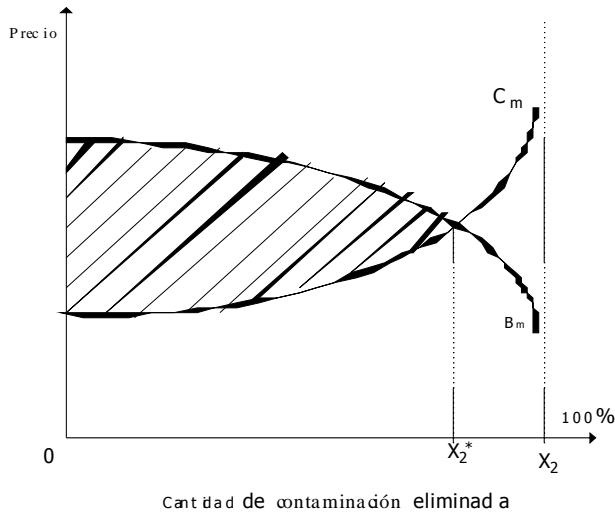


También se puede medir la cantidad óptima de contaminación que se debe eliminar, para lo cual se iguala el coste marginal de eliminar la contaminación,  $C_m$ , al beneficio marginal,  $B_m$ , que reporta la eliminación de la contaminación. El coste marginal es creciente conforme se elimina más contaminación y el beneficio marginal es decreciente, ya que las primeras unidades de contaminación eliminadas reporta una utilidad mayor que cuando existe menos contaminación.

El nivel óptimo de control de la contaminación es  $X_2^*$  del gráfico 3. Para niveles inferiores a  $X_2^*$ , el beneficio marginal es superior al coste marginal de eliminar la

contaminación y, sin embargo, para niveles superiores a  $X_2^*$ , el coste marginal es mayor que el beneficio marginal que reporta la reducción de la contaminación, por lo que en estos niveles no se eliminará. Para la cantidad óptima eliminada, el beneficio neto es igual al área rayada.

**GRÁFICO 3**

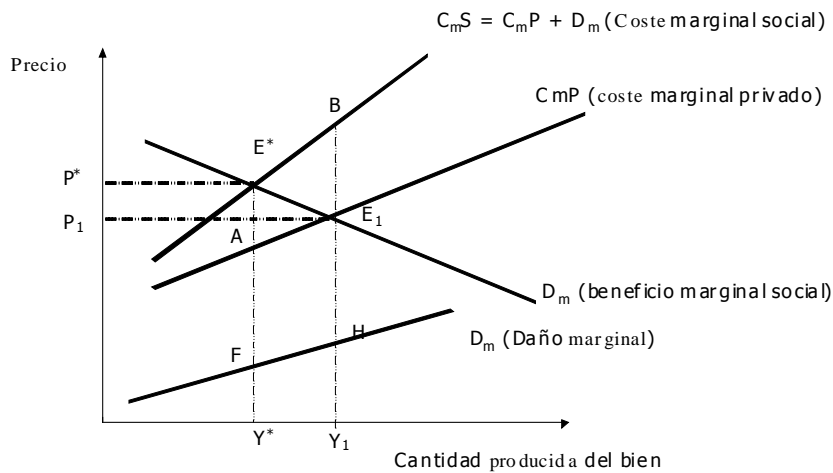


Los gráficos 2 y 3 están relacionados, puesto que al establecerse el nivel óptimo de contaminación, el resto de contaminación existente debe ser eliminada. Si las unidades de contaminación eliminadas óptimas supusieran el 50%, se deduciría que las unidades de contaminación óptima representarían el 50%, es decir,  $OX_2^* = X_1^*X_1$  y  $OX_1^* = X_2^*X_2$

Para conocer cuál es la producción de aluminio socialmente eficiente, tenemos que considerar el coste marginal social, además del coste marginal privado (que coincide con la curva de oferta de un bien). Representando gráficamente las curvas de oferta (coste marginal privado) y demanda de un bien (beneficio marginal de consumir el bien), el equilibrio de mercado se produce en el punto  $E_1$ , con una producción de  $Y_1$  y un precio  $P_1$  (gráfico 4).



## GRÁFICO 4



El equilibrio en  $E_1$  no es socialmente eficiente, porque el coste marginal social ( $C_{mS}$ ), suma del coste marginal privado ( $C_{mP}$ ) y del daño marginal ( $D_m$ ) es superior al beneficio marginal social (curva  $D_m$ ). Por consiguiente, la eficiencia desde un punto de vista social se localiza en el punto  $E^*$ , con una producción,  $Y^*$ , menor que la producción de un mercado competitivo,  $Y_1$ , y un precio mayor,  $P^*$ .

Por tanto, la eficiencia mejora al disminuir la producción de  $Y_1$  a  $Y^*$ , lo que conlleva un coste y beneficio asociado y que podemos cuantificar gráficamente. El coste es la disminución de los beneficios del consumo originado por la disminución de las unidades del bien  $Y_1 - Y^*$  que ya no están disponibles y viene representado por el área  $E^*E_1Y_1Y^* = \text{área } AE_1Y_1Y^* + \text{área } AE_1E^*$ . El beneficio es el ahorro en los factores de producción correspondientes a la disminución de la producción y está formado, por el valor de los factores de producción pagados por el productor del bien, que son los costes internos de producción, medidos por el área  $AE_1Y_1Y^*$  y por la disminución de los costes externos o daños marginales impuestos a los perjudicados por la contaminación y que viene medida por el área  $FHY_1Y^*$  que es igual al área  $AE^*BE_1$ . Por lo tanto, el ahorro total de factores al disminuir la producción de  $Y_1$  a  $Y^*$ , o beneficio de la disminución de contaminación es el área  $E^*BY_1Y^*$ .

Considerando conjuntamente el coste y el beneficio, la ganancia neta de la sociedad es igual a la diferencia entre el beneficio (área  $E^*BY_1Y^*$ ) y el coste (área  $E^*E_1Y_1Y^*$ ) y se corresponde con el área  $E^*BE_1$ . Por consiguiente, podemos afirmar que la sociedad estará mejor con una producción eficiente  $Y^*$ .

### **3.- Intervención pública ante la ineficiencia económica generada por la contaminación ambiental**

La intervención del Sector público ante la insuficiencia del mercado para alcanzar una asignación de recursos socialmente óptima ante las presencia de externalidades, ha estado contemplada por la doctrina económica aún en los momentos más relevantes del liberalismo económico.

Es el propio Adam Smith el que después de enumerar y analizar las funciones específicas encomendada a la acción pública, establece que *“la tercera y última obligación del ciudadano o del estado es la que se refiere a la erección y mantenimiento de aquellas instituciones públicas y de aquellas obras públicas que, pese ventajosas en alto grado para toda la sociedad, son, sin embargo, de tal naturaleza, que el beneficio no puede en modo alguno compensar el gasto a cualquier individuo o reducido grupo de individuos y por ello no puede esperarse que los erijan y mantengan un sujeto o grupo de sujetos”*<sup>3</sup>.

Como puede observarse, las condiciones de intervención del Sector Público, en este pasaje de Smith, es que desde la utilidad que para la sociedad suponga la disposición de un bien, la desproporcionalidad entre la satisfacción individual y el coste del bien o de la obra para quien intenta su provisión impediría la realización del mismo pues “no puede esperarse que los erijan y mantengan un sujeto o grupo de sujetos”. Esto es tanto, como decir que buena parte de los beneficios que proporciona el bien de referencia, recaen sobre una buena parte de la colectividad que en nada contribuyen a la “erección o al mantenimiento” de los mismos. Esta imposibilidad de control efectivo para transmitir cualquier beneficio derivado de un bien o el uso del bien mismo a través del sistema de precios, lleva a Smith a reclamar la presencia del Sector Público en estas tareas.

---

<sup>3</sup> SMITH, A. (1976[176]), libro V, parte III.

Menos explícito pero en la misma línea se muestra J.S. Mill al considerar que quizá en un país y en un momento determinado puede carecerse de “algo realmente importante para el interés general, quizá no deseable o que incluso siendo necesario, el Estado debe acometerlo por sí mismo, no porque los sujetos privados no sean capaces de hacerlo, sino simplemente porque no lo hacen”<sup>4</sup>.

Entre Smith y Mill se aprecian matices diferenciales de interés. De un lado aparece el concepto de “interés general” aparentemente desconectado del interés de cada uno de los sujetos de la colectividad ya que cabe que el bien de que se trate, pueda ser “no deseable”, cuando por otro lado, la intervención del estado lo es, no por incapacidad de acometer el suministro un individuo o grupo de individuos, sino simplemente por el hecho real de no hacerlo, aun siendo capaces para ello. Nada de extraño tiene este enfoque si consideramos el peso que en el pensamiento de Mill tiene la visión social de la economía y de la función del estado en la regulación de algunos de sus aspectos.

De este modo, no resulta extraño el espacio de actuación atribuido al sector público por autores más alejados del liberalismo económico que de forma insospechada vendrían sustancialmente a coincidir con algún pensamiento clásico. Dice J. M. Keynes que “*el estado no debe hacer las cosas que los individuos ya hacen, y hacerlas un poco mejor o un poco peor; sino hacer aquellas cosas que por el momento no se hacen*”<sup>5</sup>.

Keynes otorga al Estado una función subsidiaria, en línea con Mill y coincidente con Smith, al asignar una parcela de actuación al Sector público, cuando el mercado, los individuos o grupos de individuos por sí, no realicen la actividad económica que de un modo u otro se consideraría como de interés general.

Hemos apuntado también que la ausencia de actuación por parte de la actividad privada a través del mercado, puede estar motivada por la falta de correspondencia entre costes de producción e ingresos por medio de precios, ya que buena parte de los beneficios derivados de los bienes no son fácilmente internalizables, recayendo sobre terceros que los reciben gratuitamente, o en caso contrario, en el de los efectos externos negativos, cabría un exceso de actividad al no internalizar en forma de costes productivos el daño, los perjuicios causados a la colectividad por el hecho de la producción.

---

<sup>4</sup> MILL, J.S. (1926[1848]), PÁG. 978

<sup>5</sup> KEYNES, J.M. (1926), pág. 67.

El esquema doctrinal que perfila la actuación del sector público en un escenario económico de externalidades se debe al economista británico Pigou<sup>6</sup>.

Distingue Pigou entre, por un lado, beneficios y costes privados, que representan los efectos internos de la acción económica y que por tanto no escapan del mecanismo de los precios, entrando su consideración a formar parte del cálculo económico del sujeto, y por otro beneficios y costes sociales que incluyen, además de aquellos privados, todos los otros que escapan al mecanismo de los precios, por ser externos, y que van, por ello, más allá de las motivaciones del sujeto económico individual.

Cuando los beneficios sociales son mayores que los beneficios privados ( caso de efectos externos positivos) la empresa tiende a producir o el individuo tiende a consumir aquel bien que origina tales efectos, por debajo del óptimo social, ya que proporciona beneficios a la sociedad superiores a la compensación que de ella recibe a través del mercado. En este caso sería precisa la intervención del Sector Público, incentivando la producción o el consumo del bien, de tal modo que se pudiera llegar al óptimo social.

Por otro lado, cuando los costes sociales son mayores que los costes privados (caso de efectos externos negativos), la empresa o el individuo tiende a producir o consumir por encima del óptimo social, ya que parte de los costes de la producción o del consumo, lejos de incidir en la economía de la empresa productora o de individuo consumidor, se desplazan a la sociedad. En este caso la actuación del Sector Público debe orientarse a la desincentivación de la producción o el consumo, de tal modo que se pudiera lograr el óptimo social.

La actuación del Sector Público en este escenario de ineficiencia económica se puede enmarcar dentro de diferentes medidas de política económica, todas ellas con el común denominador de lograr una asignación eficiente de recursos económicos, desde el punto de vista del bienestar social.

---

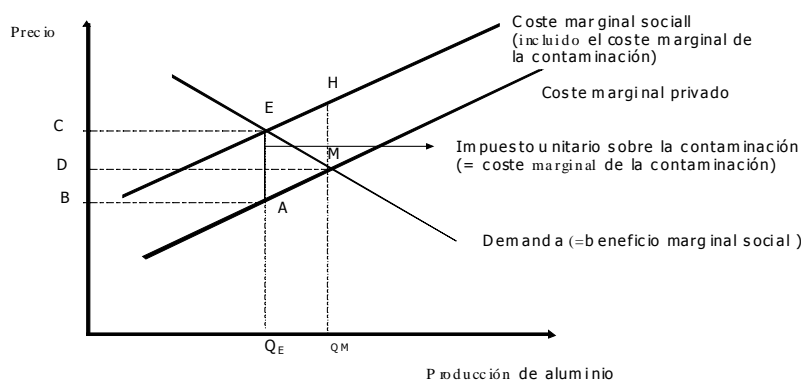
<sup>6</sup> PIGOU, A.C. (1926)

### 3.1. Impuestos Pigouvianos

Los impuestos destinados a paliar los efectos de las externalidades, igualando los costes marginales privados a los costes marginales sociales, se denominan impuestos correctores o impuestos Pigouvianos, en honor del economista inglés, A. C. Pigou, que en su obra *The Economics of Welfare*<sup>7</sup> defendió el uso de este tipo de imposición.

Consideremos el ejemplo de una empresa de aluminio que contamina el aire. Ya hemos visto como a la empresa sólo le preocupan sus costes marginales privados y no los costes marginales sociales derivados de la contaminación, por lo que la producción de aluminio era excesiva. Cobrándole en forma de impuesto una cantidad igual al coste social marginal de la contaminación, se igualarían los costes marginales privados y los costes marginales sociales. En el gráfico 5 hemos supuesto que la cantidad de contaminación es proporcional al nivel de producción y el coste marginal de cada unidad es fijo; por lo tanto, imponiendo un tributo fijo por unidad de producción, igual al coste marginal de la contaminación, se induciría a la empresa a producir la cantidad de aluminio socialmente eficiente. La distancia EA del gráfico representa el impuesto sobre la contaminación por unidad producida, y el área EABC la cuantía total de los impuestos pagados por contaminar, es decir la recaudación realizada por la Hacienda Pública correspondiente al impuesto destinado a la eliminación de la ineficiencia que generan las externalidades negativas.

**GRÁFICO 5**

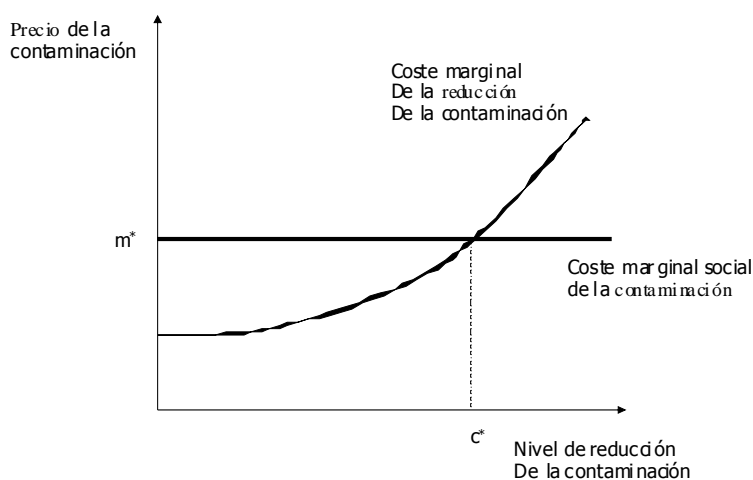


<sup>7</sup> PIGOU, A.C. (1926)

Parte del impuesto se traslada a los consumidores con el incremento del precio y la otra parte es asumida por la empresa. El impuesto pigouviano reduce el excedente del consumidor en una cuantía equivalente al área CEMD, mientras que la pérdida del excedente del productor viene representada por el área DMAB. Por tanto la pérdida de bienestar para consumidores y productores como consecuencia del impuesto equivale al área CEMAB. Por su parte el impuesto permite que la hacienda Pública recaude una cantidad equivalente al área CEAB y por su parte la sociedad registra una ganancia de bienestar como consecuencia de la reducción de la contaminación, al disminuir la producción de  $Q_M$  a  $Q_E$ , igual al área EHMA. Si comparamos las pérdidas con los beneficios, en término de bienestar, derivados de la fijación del impuesto Pigouviano, el resultado final es una ganancia neta de bienestar equivalente al área EHM.

Los impuestos Pigouvianos también consiguen que la empresa gaste una cantidad socialmente eficiente en la reducción de la contaminación. Supongamos que cada unidad de contaminación (medida, por ejemplo, por el número de partículas emitidas al aire por unidad de tiempo) impone a otros un coste social conocido. Reducir la contaminación tiene un coste; manteniendo constante el nivel de producción, cuanto mayor sea la contaminación que quiera reducirse, mayor será el coste. Suponemos que el coste marginal del control de la contaminación también es creciente como muestra el gráfico 6, en el que el eje de abscisas mide la reducción de la contaminación (a partir de la que habría si la empresa no gastara nada para reducirla). La eficiencia exige que los beneficios marginales sociales derivados de un mayor gasto en la reducción de la contaminación (coste marginal de reducción de la contaminación) sean exactamente iguales a los costes marginales sociales, situación que se alcanza en el punto  $C^*$  del gráfico 6. Si se impone a la empresa un impuesto  $m^*$ , igual al coste marginal social de la contaminación, está dedicará a su reducción el nivel de gasto eficiente (también debe quedar claro que las empresas tratarán de reducir la contaminación de la forma menos cara – más eficiente – posible, lo que puede entrañar no sólo la realización de gastos directos en dispositivos para controlarla, sino también la modificación de la combinación utilizada de factores productivos y otros cambios en el proceso de producción).

## GRÁFICO 6



Hay una serie de problemas prácticos en la implantación del esquema del impuesto Pigouviano, básicamente determinar la función de daño marginal y sus implicaciones, que exige dar respuesta a preguntas difíciles:

**a) ¿Qué actividades producen contaminación?** Tienen que identificarse los tipos y cantidades de contaminación asociados a los diversos procesos de producción. El ejemplo de la lluvia ácida<sup>8</sup> es bastante ilustrativo, porque los científicos no saben cuánta lluvia ácida se deriva de las actividades productivas y cuánta de las actividades naturales, como la descomposición de las plantas y las erupciones volcánicas. Más aún, es difícil determinar qué cantidades de emisiones de nitrógeno y de azufre que se generan en una región dada se convierten finalmente en lluvia ácida. Depende en parte de las condiciones locales del clima y en parte de la presencia de otros contaminantes,

---

<sup>8</sup> Como subproductos de sus actividades, muchas fábricas emiten a la atmósfera óxidos de azufre y nitrógeno. Una vez en el aire, estos productos químicos reaccionan con el vapor de agua y producen ácidos. Estos ácidos se precipitan a la superficie de la tierra con la lluvia y la nieve en zonas muy alejadas del lugar de emisión de los productos contaminantes. El consiguiente aumento del nivel general de acidez tiene efectos perjudiciales sobre la vida de las plantas y de los animales.

como los hidrocarburos que no son de metano. Por otro lado, hay varios casos en los que no es difícil medir la contaminación de forma precisa y económica, por ejemplo, las emisiones de plomo de un combustible en particular y la cantidad de combustible usado.

**b) ¿Qué contaminantes causan daño?** Es bastante limitada la capacidad de la autoridad pública para llevar a cabo experimentos controlados a gran escala sobre los efectos de la contaminación. Por lo tanto, con frecuencia es difícil señalar qué efecto tiene un contaminante. La problemática de las dioxinas es un claro ejemplo de este tipo de incertidumbre. Se ha descubierto que la dioxina es tóxica para ciertos animales. Pero se desconoce qué concentraciones de la misma son peligrosas para los seres humanos o cuánto tiempo tardan en manifestar los efectos. Algunos científicos han argumentado que la dioxina no constituye un problema, mientras que otros creen que merece una cautela extrema. En principio se puede plantear este problema de incertidumbre por el método de cálculo de los daños esperados. Pero desacuerdos importantes acerca de las probabilidades de los diversos resultados posibles pueden hacer difícil producir una función de daño marginal esperado que todo el mundo encuentre convincente.

**c) ¿Cuál es el valor del daño causado?** Incluso si se determina el daño físico que ocasiona un contaminante, debe calcularse el valor de eliminarlo. Ante la ausencia de un mercado explícito en el que se compra y se venda contaminación, ¿cómo se puede medir la disposición marginal de la gente a pagar por la eliminación de la contaminación? Se han hecho algunos intentos para inferirla indirectamente mediante el estudio de los precios de las viviendas. Cuando la gente quiere comprarse una casa, considera tanto la calidad de la misma casa, las características del vecindario, como la limpieza de las calles y la calidad de las escuelas. Suponemos que además, a la gente les preocupa el nivel de contaminación del aire de la zona en la que se haya ubicada su casa. Consideramos dos casas idénticas con vecindarios idénticos, pero una está en una zona libre de contaminación y la otra en una zona contaminada, es razonable que la casa de la zona libre de contaminación tenga un precio más alto. El diferencial de precios mide la disposición de la gente a pagar por el aire limpio.



Los estudios estadísticos de la relación entre los precios de las viviendas y la calidad del medio ambiente han tratado de estimar ese diferencial. Pero estos estudios chocan con el problema que supone encontrar casas absolutamente iguales.

Dadas estas dificultades para estimar la función de daño marginal, será difícil encontrar el tipo “correcto” del impuesto Pigouviano.

En este contexto, es interesante señalar que se han fijado impuestos a diferentes tipos de contaminación en países como, entre otros: Francia, Alemania y Holanda. En este último país, que tiene uno de los sistemas mejor administrado, existen evidencias de que los impuestos han reducido la cantidad producida de diversas sustancias contaminantes.

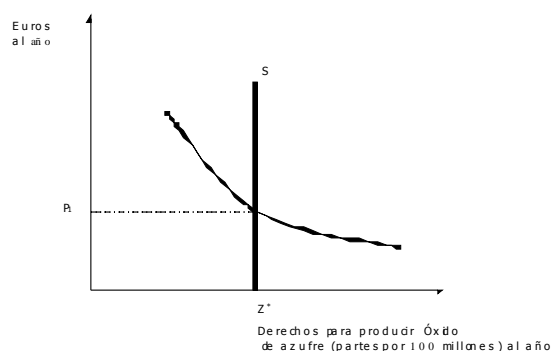
Aunque los impuestos Pigouvianos se suelen analizar en el contexto del daño al medio ambiente, es igualmente importante su aplicación para el tratamiento de otras clases de externalidades. Por ejemplo, los camiones pesados crean externalidades al dañar las carreteras, lo que incrementa el desgaste de otros vehículos que utilizan las carreteras y aumentan el coste de mantenimiento de éstas. Small y Winston (1986) estiman que si a las empresas de camiones de Estados Unidos se les obligara a pagar un impuesto igual al daño marginal causado por sus vehículos, la ganancia de bienestar de la sociedad sería de 1,2 millones de dólares anuales.

### **3.2.- Mercados de derechos de emisión**

Como hemos señalado anteriormente, las ineficiencias asociadas con externalidades pueden vincularse a la inexistencia de un mercado para el recurso en cuestión. Esto sugiere otra manera en que la acción de gobierno puede mejorar la eficiencia, vender permisos a los productores para contaminar. Al hacerlo, el gobierno en efecto, crea un mercado, por ejemplo, de aire limpio que de otra forma no habría surgido. Con este esquema, el gobierno anuncia que venderá permisos para lanzar  $z^*$  de contaminantes al aire (la cantidad de contaminantes correspondiente al producto  $x^*$ ). Las empresas presentan ofertas por el derecho de poseer estos permisos para contaminar, y los permisos se adjudican a las empresas con las ofertas más altas. La cuota cobrada es la que vacía el mercado, así que la cantidad de contaminación es igual al nivel fijado por el gobierno. El precio pagado por el permiso para contaminar se llama *derechos de contaminación*.

En el gráfico 7 se representa el funcionamiento de estos derechos de contaminación. El eje de abscisas mide el número de *derechos de contaminación* para producir, por ejemplo, óxido de azufre y el de ordenadas mide el precio de esos derechos. El gobierno anuncia que subastará  $Z^*$  *derechos de contaminación*. En efecto, entonces la oferta de *derechos de contaminación* es perfectamente inelástica en  $Z^*$ . La demanda de *derechos de contaminación*,  $D$ , tiene pendiente negativa. El precio de equilibrio por unidad es  $p_1$ . Aquellas empresas que no están dispuestas a pagar  $p_1$  por cada unidad de contaminación que producen deben reducir su producción, o bien adoptar una tecnología más limpia.

**GRÁFICO 7**



El esquema también funcionará si, en lugar de subastar los *derechos de contaminación*, el gobierno los asigna a diversas empresas que quedan en libertad de venderlos a otras empresas. La oferta del mercado es aún perfectamente inelástica en  $Z^*$  y todavía surge el precio  $p_1$ . Las empresas que sólo puedan reducir la contaminación con un alto coste estarán dispuestas a pagar el máximo por los *derechos de contaminación*. Las que puedan reducir la contaminación con un bajo coste preferirán vender los permisos que tengan.

Una de las ventajas del mercado de *derechos de contaminación* se halla en que la distribución inicial de los *derechos de contaminación* entre las empresas no importa desde el punto de vista de la eficiencia económica. La lógica en la que se basa esta conclusión es similar a la lógica en la que se basa el Teorema de Coase. Las empresas que pueden reducir más fácilmente la contaminación, estarían dispuestas a vender los *derechos de contaminación* que obtuvieran y las que pueden reducir la contaminación únicamente con un alto coste estarían dispuestas a comprar los *derechos* que

necesitaran. En la medida en que exista un libre mercado de *derechos de contaminación*, la asignación final será eficiente cualquiera que sea la asignación inicial.

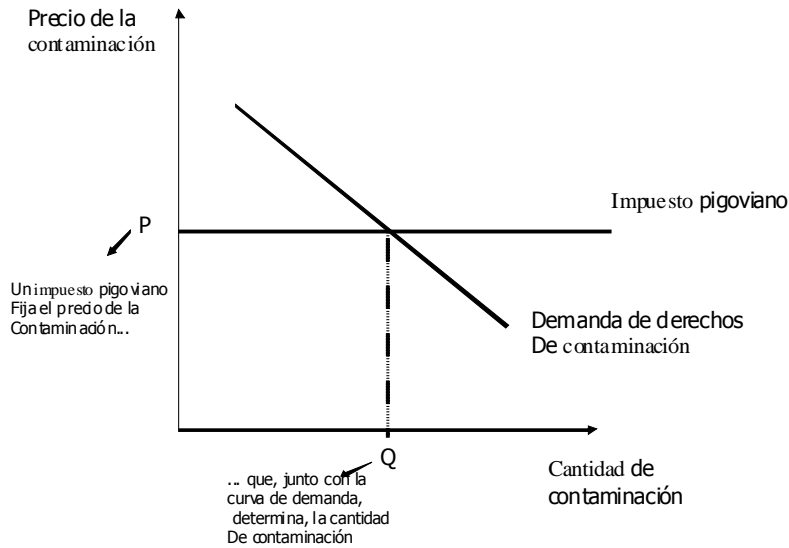
### **3.3.- Equivalencia de los *derechos de contaminación* y los impuestos pigouvianos**

Aunque la reducción de la contaminación por medio de los *derechos de contaminación* parezca muy diferente de la reducción por medio de impuestos pigouvianos, en realidad las dos medidas tienen mucho en común. En ambos casos, las dos empresas pagan su contaminación. Con los impuestos pigouvianos, las empresas contaminantes deben pagar un impuesto al Estado. Con los *derechos de contaminación*, deben pagar para comprar el *derecho* (incluso las que ya poseen los *derechos* deben pagar por contaminar: el coste de oportunidad de contaminar es lo que podrían haber recibido vendiendo sus *derechos* en el mercado abierto). Tanto los impuestos pigouvianos como los *derechos de contaminación* internalizan la externalidad de la contaminación al hacer que sea costoso para las empresas contaminar.

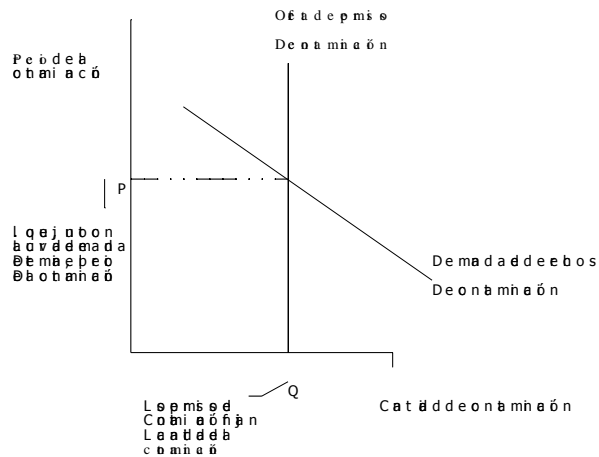
La similitud de las dos medidas puede verse considerando el mercado de contaminación. En los dos paneles del gráfico 8 se muestran la curva de demanda del *derecho a contaminar*. Esta curva indica que cuanto más bajo es el precio de la contaminación, más empresas deciden contaminar. En el panel a), el estado utiliza un impuesto pigouviano para poner un precio a la contaminación. En este caso, la curva de oferta de los *derechos de contaminación* es perfectamente elástica, porque las empresas pueden contaminar todo lo que deseen pagando el impuesto y la posición de la curva de demanda determina la cantidad de contaminación. En el panel b), el estado fija una cantidad de contaminación emitiendo *derechos*. En este caso, la curva de oferta de los *derechos de contaminación* es perfectamente inelástica, ya que la cantidad de contaminación se fija por medio del número de permisos y la posición de la curva de demanda determina el precio de la contaminación. Por lo tanto, dada una curva cualquiera de demanda de contaminación, el estado puede lograr cualquier punto de la curva de demanda, fijando un precio con un impuesto pigouviano o fijando una cantidad a través de los *derechos de contaminación*.

## GRÁFICO 8

### a) Impuesto Pigouviano



### b) Permisos de contaminación



Sin embargo, en algunas circunstancias puede ser mejor vender *derechos de contaminación* que establecer un impuesto pigouviano. Supongamos que no se quiere

que se viertan más de 600 toneladas de residuos a un determinado río. Pero como no se conoce la curva de demanda de contaminación, no se tiene la certeza de cuál ha de ser la cuantía del impuesto para lograr este objetivo. En este caso puede subastar simplemente *derechos de contaminación* equivalente a las 600 toneladas de residuos. El precio de subasta indicaría la cuantía correcta del impuesto pigouviano.

### **3.4.- El mercado de derechos europeos**

El objetivo del régimen de comercio de derechos de emisión en el ámbito comunitario es contribuir al cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto firmado por la Unión Europea. La norma jurídica de referencia es la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad.

El comercio de los derechos de emisión con arreglo al Sistema de Comercio de Emisiones (EU ETS) –que abarca las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la energía, los metales ferrosos y las industrias minerales como el cemento, el vidrio y la cerámica, así como las industrias de pasta y papel– se inició en enero de 2005 un período de prueba de tres años.

El esquema de funcionamiento es muy sencillo. Supongamos que las empresas A y B emiten ambas 100 000 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente. El Gobierno concede a cada una 95 000 derechos de emisión. Un derecho de emisión representa el derecho a emitir 1 tonelada de CO<sub>2</sub>, de manera que ninguna de las dos tiene completamente cubiertas sus emisiones. Al final de cada año, las empresas tienen que presentar un número de derechos de emisión correspondiente a sus emisiones durante el año, sin importar cuáles sean las emisiones de cada empresa. Las dos empresas A y B tienen que cubrir el exceso de 5 000 toneladas de CO<sub>2</sub> y tienen dos maneras de hacerlo. Pueden reducir sus emisiones en 5 000 toneladas o comprar 5 000 derechos de emisión en el mercado. Para decidir por qué opción inclinarse, estudiarán el coste de reducir sus emisiones en 5 000 toneladas y compararán este coste con el precio de mercado de los derechos de emisión.

Para operar en los mercados de CO<sub>2</sub> las instalaciones necesitan conocer los productos del mercado, las condiciones de venta, los costes de transacción y los riesgos que se asumen con las distintas operaciones.

En el mercado se opera con las unidades de asignación europeas, pero también con otros créditos, como los CERs, que provienen de los Mecanismos de Desarrollo Limpio, y otros que también provienen de mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto.

La compra de los derechos de emisión presenta diferentes modalidades:

**1.- SPOT**, que consiste en la compraventa al contado de derechos de emisión, con entrega y pago inmediatos.

**2.- FORWARD**, que es un contrato mercantil de compraventa con entrega en un plazo futuro definido, con pago en el momento de entrega. Se trata de un crédito negociado entre las partes con condiciones no estandarizadas.

**3.- FUTUROS**, se trata de un contrato de entrega futuro, cuya cantidad y plazo están estandarizados, que cotiza en bolsa, permitiendo su compraventa en cualquier momento, hasta su caducidad. Habrá que tener en cuenta las condiciones de la bolsa donde cotiza y sus condiciones son estándar.

**4.- ESTRUCTURADO**, consistente en un contrato de compraventa con varias entregas en distintos plazos. El crédito y las demás garantías son negociadas entre las partes.

Estos derechos se pueden comprar en mercados de diferentes características:

**1.- DIRECTO/OTC**, que consiste en la compra de derechos directamente al vendedor. Si no es operación spot, requiere relación contractual entre las partes. Pueden encontrarse en una plataforma OTC, donde cotizan ofertas (bid) y demandas (ask), mediante un broker o directamente entre partes.

**2.- BOLSA**, que es un mercado organizado de contratos estandarizados de derechos europeos. Cada miembro tiene que cumplir las condiciones de adhesión a la Bolsa; y para participar en ella, hay que pagar cuotas de acceso y licencias de software.

**3.- MAYORISTA/MINORISTA**, se trata de operadores que ofrecen lotes parciales, según sus propias condiciones, a los clientes minoristas.

Las primeras bolsas europeas en negociar estos créditos, son:

**a) NORD POOL** (zona escandinava): se trata de un mercado forward continuo.

**b) EEX** (Alemania): es un mercado spot de compraventa diaria al contado.

**c) NEW VALUES** (Holanda): es un mercado spot continuo.

**d) EXAA** (Austria): se trata de un mercado spot de compraventa bisemanal.

**e) POWERNEXT** (Francia): es un mercado spot continuo.

En España opera SendeCO2 (Sistema electrónico de negociación de derechos CO<sub>2</sub>).

Los valores que dan derecho a emitir 1 tonelada métrica de CO<sub>2</sub> a la atmósfera pueden ser de tres tipo:

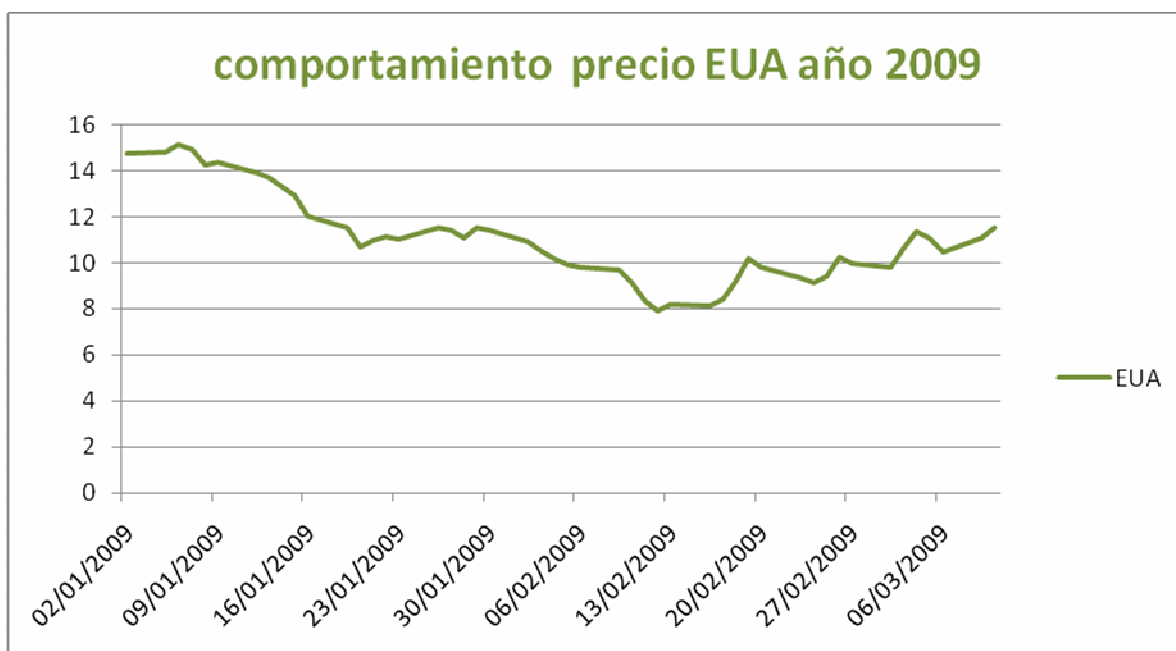
- EUAs – Derechos de Emisión procedentes de la asignación del Gobierno
- CERs - procedente de los proyectos MDLs (países en vías de desarrollo)
- ERUs – procedente de los proyectos ACs (países industrializados)

El precio de los derechos de emisión no llegaba a los 10 euros/Tonelada, cuando nació este mercado europeo de derechos de emisión y en la actualidad está cerca de los 12 euros/Tonelada, tal como se refleja en los gráficos siguientes:

GRÁFICO 9



GRÁFICO 10



**4.- BIBLIOGRAFÍA:**

- BARRET, S. (1991): “The problem of Global Environment protection”, en Helm, D. ed. *Economic Policy Toward the environment*, Blackwell, Oxford,



- BARRETT, S. (1991): “Economic analysis of international Environmental Agreements: Lessons for a Global Warming Treaty”, en *Responding to Climate Change: Selected Economic Issues*, OCDE, París.
- COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1992): “Propuesta de decisión del Consejo relativa a un mecanismo de seguimiento de las emisiones comunitarias de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero”, Bruselas, 1 de junio de 1992, COM (92) 181 final.
- COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1993): “Propuesta modificada de Decisión del Consejo relativa a un mecanismo de seguimiento de las emisiones comunitarias de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero”, Bruselas, 22 de marzo de 1993, COM (93) 125 final.
- COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1995): “Propuesta modificada de Directiva del Consejo por la que se crea un impuesto sobre las emisiones de dióxido de carbono y sobre la energía”, Bruselas, 10 de mayo de 1995, COM (95) 172 final.
- DIRECTIVA 2003/87/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad, [Diario Oficial L 275 de 25.10.2003].
- KAUL, I., GRUNBER, I. Y STERN, M.A. (1999): *Global Public Goods. Iternational Cooperation in the 21<sup>st</sup> Century*. UNDP y Oxford University Press, Nueva York
- KEYNES, J.M. (1926): “The End of Laissez-faire”, en *Laissez-faire and communism*, New Republic Inc., Nueva York.
- MILL, J.S. (1926[1848]): *Principles of Politial Economy, with some of their Applications to Social Philosophy*, Longmans Green, Londres.
- MUSGRAVE,R.A. y MUSGRAVE, P.B. (1991): *Hacienda Pública*, McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid.
- OATES, W. (1995): “Green Taxes: Can we protect the environment and Improve the tax system at the same time?”, *Southern Economic Journal*, 61-4, abril.
- PIGOU, A.C. (1926): *The Economics of Welfare*, McMillan, Londres.- SMITH, A. (1976[1776]): *An inquiry into the nature and causes of the Wealth of Nations*, Oxford University Press.
- PINDYCK, R.S. y RUBINFELD, D.L. (1999): *Microeconomía*, Prentice Hall; Madrid
- SAMUELSON, P.A. y NORDHAUS, W.D. (1999): *Economía*, McGraw-Hill, Madrid.
- WHALLEY, J. (1991): “The interface between Environmental and Trade Policies”, *Economic Journal*, vol. 101.