



## ***El Problema del Costo Social y los Bonos de Contaminación: Justificación Económica<sup>1</sup>***

***Por Justo M. Erede<sup>2</sup>***

El *objetivo* de este trabajo es estudiar el problema de las externalidades en la producción que causa una firma perjudicando a otra u otras analizándolo desde el punto de vista del *Costo Social* y sus posibles soluciones que abarcan desde la *intervención estatal* mediante sanciones administrativas y/o multas al estilo de *Impuestos de Pigou*<sup>3</sup> hasta un *mercado de externalidades* que es la solución privada del problema a analizar y que tiene en la actualidad una utilización preponderante a partir del *Protocolo de Kyoto* con los *Bonos de Carbono* como mecanismo para la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI).

Para ello tomamos como punto de partida el Teorema de COASE que afirma lo siguiente: “*si los derechos de propiedad están bien definidos y existen mecanismos de negociación sin altos costos de transacción, los individuos pueden intercambiar sus derechos a generar externalidades de la misma forma que intercambian bienes y servicios, dando lugar a asignaciones eficientes en el sentido de pareto*”<sup>4</sup>.

Una vez enunciada en el párrafo anterior la proposición por la cual Ronald Coase se hizo acreedor del premio Nóbel de economía en el año '91, comenzamos analizando un ejemplo que se refiere a las actividades de una firma que tienen efectos perjudiciales en otra, donde forman parte una Siderurgia productora de acero (S) y contaminación (X) que se encuentra río arriba y una Piscifactoría (P) productora de pescado que se aloja río abajo.

*Suponiendo* que la función de costo de la acería es =  $C_s(S, X)$  y la de la piscifactoría es =  $C_p(X, P)$  y que la contaminación eleva el costo de producción del pescado pero reduce el costo de producción de acero.

El problema de maximización del beneficio para ambas empresas es como sigue:

---

<sup>1</sup> Paper elaborado en ocasión del Seminario de Análisis Económico de la Universidad del CEMA, titulado: “*El futuro de los bonos de carbono a partir del protocolo de Kyoto*” de fecha 23 de Marzo de 2006.

<sup>2</sup> Magíster en Economía de la Universidad del CEMA, Contador Público especializado en Costos Industriales, Consultor de Empresas y Docente Universitario. Para mayor información, web personal: [www.cema.edu.ar/u/je03](http://www.cema.edu.ar/u/je03)

<sup>3</sup> Arthur C. Pigou (1877-1959) sugirió este tipo de impuestos en su obra “*The economics of Welfare*”.

<sup>4</sup> Ronald Coase (1910- ) expuso dicho teorema en su trabajo “*The Problem of Social Costs*”, 3 de octubre de 1960, The Journal of Law & Economics.



SIDERURGICA

$$\max_{S, X} P_s \cdot S - C_s(S, X)$$

PISCIFACTORIA

$$\max_P P_p \cdot P - C_p(X, P)$$

Observemos que la empresa siderurgica elige la cantidad de contaminación generada pero en el caso de la piscifactoría esa cuantía escapa a su control.

Resolviendo, tenemos las siguientes condiciones de primer orden (F.O.C):

SIDERURGICA

$$P_s = \frac{dC_s(.)}{ds}$$

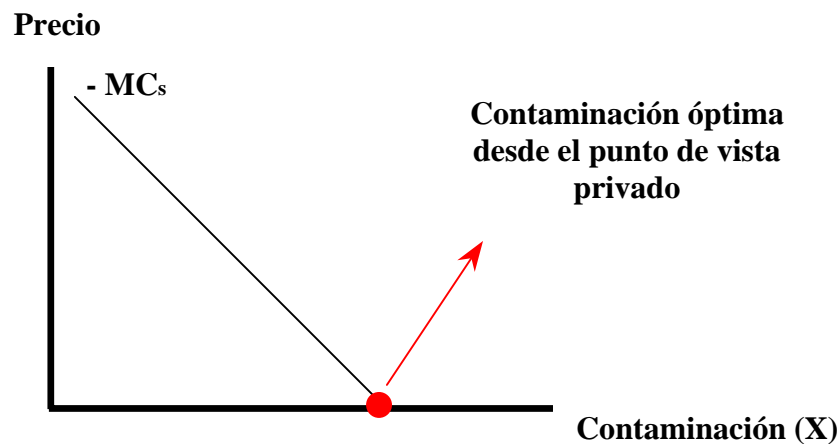
$$0 = \frac{dC_s(.)}{dx}$$

PISCIFACTORIA

$$P_p = \frac{dC_p(.)}{dp}$$

En el *punto de máximo beneficio* ambas empresas producen el nivel de acero, contaminación y pescado cuyo precio es igual al costo marginal de producirlo, pero en el caso de contaminación su precio es nulo y por lo tanto la condición maximizadora indica que la siderurgia producirá contaminación hasta el punto que una unidad más de emisiones contaminantes sea cero.

Gráficamente:





Si bien ese es el *óptimo privado*, el aumento de costo que experimenta la piscifactoría como consecuencia del incremento de contaminación forma parte del costo social de la producción de acero y NO es tenido en cuenta por la siderurgia.

### Mercado de Bonos para Contaminar

**Solución 1:** Fusión de ambas empresas (internalización de la externalidad).

Suponiendo que ambas empresas se fusionaran para producir acero, pescado y contaminación decimos que la externalidad se internaliza como consecuencia de la unión de las empresas. Entonces ahora, el problema de maximización de los beneficios es como a continuación se detalla:

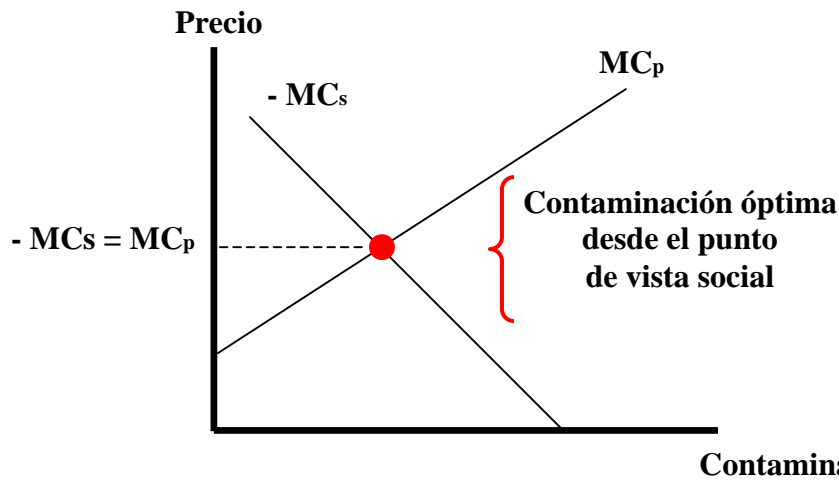
**FUSION**  $\longrightarrow$   $\max_{S, X, P} P_s \cdot S + P_p \cdot P - C_s(S, X) - C_p(X, P)$

Reordenando, tenemos las siguientes F.O.C:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_s = \frac{dC_s(.)}{ds} \\ P_p = \frac{dC_p(.)}{dp} \\ 0 = \frac{dC_s(.)}{dx} + \frac{dC_p(.)}{dx} \end{array} \right.$$

Este último término muestra que la empresa fusionada tendrá en cuenta las consecuencias de la contaminación al calcular los costos marginales tanto de la producción de acero como de pescado. La implicancia es que en esta oportunidad la cantidad de contaminación óptima que elige la empresa conjunta es donde la suma de los costos marginales son iguales a cero. Recordemos que el costo marginal del pescado es positivo, es decir, cuando mayor es la contaminación, mayor será el costo de producir cierta cantidad de pescado.

$$-\frac{dC_s(.)}{dx} = \frac{dC_p(.)}{dx} > 0$$



Cuando la acería considera sólo la minimización de los costos privados de producir acero, producirá en el punto donde el costo marginal de la contaminación es cero pero el nivel de contaminación eficiente en el sentido de Pareto exige minimizar los costos sociales de contaminación que implica que la suma de los costos marginales de ambas empresas son igual a cero.

Por todo lo expuesto en el apartado anterior, la manera más simple de llevar a la práctica la solución eficiente del problema desde el punto de vista social para el control de la contaminación es a partir de un *mercado de bonos para contaminar* donde se le asigna a cada empresa, país o conjunto de países una cuota de emisiones. Si la empresa, país o conjunto de países satisfacen exactamente sus cuotas de emisiones no tendrán que pagar ninguna multa o sanción pero si reducen sus emisiones más allá de lo establecido tendrán un crédito a su favor que podrán vender en un mercado abierto. Las empresas o países podrán comparar sus relaciones de costo – beneficio analizando el precio de mercado de un bono para contaminar con el costo de realizar reducciones de sus emisiones. Así a aquellas empresas o países que les resulte más rentable económicamente reducir sus emisiones podrán vender sus bonos a las que les resulte más costoso. En condiciones de equilibrio el precio de mercado del derecho a emitir una tonelada de emisión debe ser exactamente igual al costo marginal de reducir las emisiones en una tonelada. Nota 1: Obsérvese que la fusión es una representación del mercado formado por un conjunto de empresas actuando como un todo en un tema de alta sensibilidad social como el de la contaminación.

Cabe destacar que éste es el espíritu del **Protocolo de Kyoto** firmado por 136 países que se comprometieron a reducir en un 5,2 % las emisiones de gases de efecto invernadero en el período 2008 – 2012 comparado con los valores del año 1990 y que tiene vigencia a partir del 16 de febrero de 2005. Este mercado es una oportunidad inigualable para los países en vía de desarrollo



(No Anexo I) a partir de la incorporación de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) que permitirá reducir emisiones contaminantes y vender los Bonos Verdes a los países desarrollados (Anexo I) que son los firmantes que han comprometido la reducción de la contaminación con respecto a los niveles del '90.

Nota 2: Para profundizar aún más el ejemplo, formalizaremos matemáticamente lo establecido en dicho Protocolo con los créditos de contaminación y las oportunidades para los diversos participantes. Para ello, supongamos ahora que la acería tiene derecho a contaminar hasta una determinada cantidad  $x^*$  pero la piscifactoría está dispuesta a pagarle para que la reduzca, siendo  $q$  el precio por unidad de contaminación (el ejemplo teórico de los créditos de carbono – CER's). En ese caso el problema de maximización del beneficio de la siderurgia es:

**SIDERURGICA**  $\longrightarrow$   $\max_{S, X, P} P_s \cdot S + q \cdot (x^* - x) - C_s(S, X)$

Como podemos observar, ahora la acería tiene dos fuentes de ingreso: la venta del acero y puede vender adicionalmente los créditos de contaminación siempre que reduzca sus emisiones más allá de lo permitido ( $x^*$ ). Las condiciones de igualdad de precio y de costo marginal se convierten en:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_s = \frac{dC_s(.)}{ds} \\ -q = \frac{dC_s(.)}{dx} \end{array} \right.$$

El problema de maximización de la piscifactoría es:

**PISCIFACTORIA**  $\longrightarrow$   $\max_{P, X} P_p \cdot P - q \cdot (x^* - x) - C_p(X, P)$

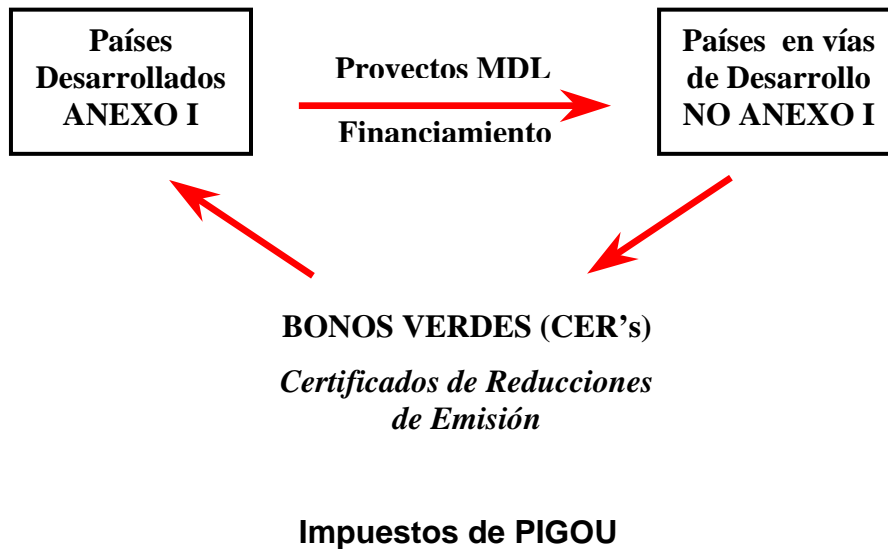
Que tiene las siguientes F.O.C:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_p = \frac{dC_p(.)}{dp} \\ q = \frac{dC_p(.)}{dx} \end{array} \right.$$

Como podemos observar, cuando la producción genera externalidades, la forma de producción óptima es independiente de quién tenga los derechos de



propiedad. Naturalmente, la distribución de los beneficios depende generalmente de la asignación de los derechos de propiedad. Ejemplificación del Mercado de Bonos de Contaminación y las oportunidades para países en vías de desarrollo que adopten tecnología MDL.



**Solución 2:** Intervención estatal directa.

Para completar el análisis de los Bonos de Carbono, existen dentro de las interpretaciones más comunes la idea que el precio de la contaminación al que se enfrenta la acería no es adecuado, ya que no le cuesta nada producirla, pero como esta no tiene en cuenta los costos que se le imponen a la piscifactoría la situación puede ser rectificada haciendo que corran a cuenta de la empresa contaminante los costos sociales de sus acciones. Para ello es necesario establecer un impuesto variable (t) al causante de la contaminación con relación a la cantidad del mal producido, equivalente en términos monetarios al daño causado. Para ello el problema de contaminación se traduce como sigue:

max  $P_s \cdot S - C_s(.) - tX$ , derivando obtenemos:  
S,X

$$P_s = \frac{dC_s(.)}{ds}$$

**Impuesto Optimo**

$$t = \frac{dC_p(.)}{dx}$$



No obstante nos encontramos con dos problemas con el siguiente mecanismo:

- 1) PRIMERO: Necesitamos conocer el nivel óptimo de contaminación para poder establecer el impuesto, multa y/o sanción. Pero si conociéramos el nivel óptimo de emisiones, el estado podría ordenar a la siderurgica que produjera exactamente esa cantidad, por lo que no sería necesario fijar impuesto alguno. No obstante esta afirmación nos lleva al segundo inconveniente.
- 2) SEGUNDO: Es de destacar que el problema del *Costo Social* es un problema de **Indole Recíproca**; y por lo tanto es necesario evaluar los costos en su conjunto teniendo en cuenta que los cambios que eliminen una deficiencia, bien podrían producir un daño mayor que la deficiencia original, es decir, puede darse que los costos de perjudicar a alguien por determinada actividad sean menores que los costos totales para la sociedad de que se suprima la referida actividad. Para hacerlo más gráfico, comúnmente el problema se formula de la siguiente manera: A ocasiona un daño a B y lo que tiene que decidirse es ¿Cómo restringir a A?. Pero esto es erróneo porque evitar el daño a B (piscifactoría en el ejemplo del apunte) infligiría un perjuicio a A (la empresa siderurgia). La cuestión real es evitar el daño mayor para la sociedad dado que no existe contaminación cero.

Nota 3: El modelo presentado es un resumen adaptado del capítulo 31 del libro *Microeconomía Intermedia* de Hall Varian, Barcelona (1992).