

REGULACION MEDIOAMBIENTAL: MULTAS ÓPTIMAS Y LITIGACIÓN

Autor: Roberto Rodríguez-Ibeas

Dirección: Departamento de Economía y Empresa

Universidad de La Rioja

C/Cigüeña 60

26004-LOGROÑO

Teléfono: 941-299386

Fax: 241-299393

e-mail: roberto.rodriguez@dee.unirioja.es

Resumen: En este trabajo, nos centramos en la determinación de la multa óptima que establece un regulador del medio ambiente cuando la empresa puede litigar para evitar pagar la multa por contaminación y la agencia inspectora tiene discreción para negociar con la empresa. Debido a la existencia de información asimétrica relativa a los costes de litigación entre la empresa y la agencia inspectora, el regulador tiene que tener en cuenta el efecto positivo del tamaño de la multa en el nivel de contaminación y la posibilidad de litigación si la multa es demasiado alta. El resultado que encontramos es que la multa óptima no se establece necesariamente en su máximo nivel.

1. Introducción

Becker (1968) argumentaba que para disuadir a los individuos de cometer actos socialmente no deseados, el establecimiento de penas máximas era óptimo. Mientras que el efecto disuasorio se podía también aumentar incrementando la probabilidad de inspección ¹, esto era socialmente costoso. Se podían ahorrar costes utilizando multas máximas porque se consideraba que la imposición de multas no suponía un coste social. El bienestar social, por consiguiente, era creciente en la magnitud de las multas.

La optimalidad de las multas máximas ha sido, desde entonces, atacada por varios artículos que dan justificaciones teóricas para el uso de sanciones inferiores a las máximas permitidas. Kaplow (1992) mostró que si los individuos son aversos al riesgo, las multas óptimas no tenían que ser máximas. Incluso, si se supone que los individuos son neutrales al riesgo, el bienestar social no es necesariamente creciente en el tamaño de la multa si la agencia inspectora puede cometer errores que castigan a los individuos inocentes. ²

En la mayoría de los modelos de regulación, las empresas deciden su estrategia de cumplimiento de la regulación y la agencia inspectora vigila si las empresas la cumplen. Cuando una empresa que no cumple la regulación es detectada paga la multa que establece la autoridad reguladora. ³ Esta manera de modelar el cumplimiento de una regulación ignora que las empresas pueden tomar acciones que hacen más difícil detectar el no cumplimiento de la regulación o pueden litigar para afectar la probabilidad de pagar la multa.

Cuando un papel más activo de las empresas se tiene en cuenta, el establecimiento de las multas máximas puede inducir un nivel de cumplimiento de la

¹ El nivel de criminalidad puede ser reducido, por ejemplo, aumentando el número de policías que vigilan las calles.

² Bose (1995) considera un modelo de regulación donde la agencia inspectora puede cometer errores.

³ Ved, por ejemplo, Grieson-Singh (1990), que consideran un modelo de regulación jerárquica. La misma metodología se observa en modelos de evasión de impuestos y auditorías: Border-Sobel (1987), Cremer-Merchant-Pestieau (1990), Graetz-Reinganum-Wilde (1986), Melumad-Mookherjee (1989), Mookherjee-Png (1989), Reinganum-Wilde (1985) y Sanchez-Sobel (1993).

regulación menor y reducir el bienestar social porque más recursos deben ser utilizados para detectar el no cumplimiento o para condenar a los infractores. Heyes (1994), Watabe (1992) y Kambhu (1989) presentan modelos en los que el establecimiento de multas elevadas induce un comportamiento más defensivo de las empresas que dificulta el proceso regulatorio. Malik (1990) también muestra que cuando los individuos pueden realizar acciones socialmente costosas que disminuyen la probabilidad de ser multados, el establecimiento de multas máximas no es óptimo.

En este trabajo, extendemos la literatura que justifica el establecimiento de multas inferiores a las óptimas y consideramos un modelo en el que una empresa puede litigar para evitar pagar una multa por el daño mediambiental que causa. Nos apartamos de la literatura existente permitiendo a la agencia inspectora capacidad discrecional a la hora de reportar el daño e introduciendo información asimétrica entre la empresa y la agencia inspectora acerca de los costes de litigación de la empresa. La litigación es socialmente costosa y la agencia puede reportar un daño menor para evitar la litigación. Cuando las empresas pueden litigar, encontramos que las multas óptimas pueden ser menores que la máxima para dar incentivos a la empresa para que no litige.

En la sección 2, describimos el modelo. La sección 3 recoge la determinación de las estrategias óptimas de la empresa y de la agencia inspectora. En la sección 4, caracterizamos la multa óptima. Finalmente, algunas conclusiones son presentadas.

2. El Modelo

Consideramos un modelo de regulación medioambiental con tres jugadores que son neutrales al riesgo: el regulador, la empresa y la agencia inspectora. Sea $\mathbf{x} \geq \mathbf{0}$ la cantidad de residuos no tratados que la empresa vierte en el ambiente. Sea $\mathbf{B}(\mathbf{x})$ los beneficios privados de la empresa cuando vierte \mathbf{x} . Asumiremos que $\mathbf{B}'(\mathbf{x}) > \mathbf{0}$ y $\mathbf{B}''(\mathbf{x}) < \mathbf{0}$ para $\mathbf{x} > \mathbf{0}$. Asimismo, se asume que $\mathbf{B}(\mathbf{0}) = \mathbf{0}$ y $\mathbf{B}'(\bar{\mathbf{x}}) = \mathbf{0}$ para algún $\bar{\mathbf{x}} > \mathbf{0}$.

La empresa puede ser inspeccionada por la agencia. La tecnología de inspección revela \mathbf{x} aunque esta información no es verificable por una corte legal. La agencia tiene capacidad discrecional y puede reportar cualquier nivel de residuos $\mathbf{x}^r \leq \mathbf{x}$. Asumiremos

que la agencia es honesta, por lo que excluimos cualquier acuerdo colusivo con la empresa.

La empresa, teniendo en cuenta \mathbf{x}^r , debe decidir si litigar o aceptar \mathbf{x}^r . Sean $\mathbf{m}\mathbf{x}$ los costes de litigación de la empresa cuando vierte \mathbf{x} . Después de la inspección, la empresa aprende privadamente cuanto cuesta presentar su caso en la corte, es decir el valor de \mathbf{m} . Con probabilidad \mathbf{p} , la empresa tiene un coste bajo ($\mathbf{m} = \mathbf{m}_l$) y con probabilidad $1-\mathbf{p}$, la empresa tiene un coste alto ($\mathbf{m} = \mathbf{m}_h$). Si la empresa litiga, asumiremos que la corte decide en favor de la empresa con probabilidad \mathbf{q} . Sean $\mathbf{c}\mathbf{x}$, con $\mathbf{c} > 0$, los costes judiciales que son pagados por el perdedor del juicio. Si la empresa litiga y pierde, paga $(\mathbf{f} + \mathbf{c})\mathbf{x}$, donde \mathbf{f} es la multa por unidad de residuo elegida por el regulador. Si la empresa gana el juicio, no paga la multa y los costes de la corte son soportados por la agencia.

La decisión de la empresa después de la inspección dependerá de los incentivos dados por la agencia y de los costes privados de litigación. El problema para la empresa es elegir la cantidad de residuos \mathbf{x} que maximiza sus beneficios esperados, que vienen dados por la diferencia entre $\mathbf{B}(\mathbf{x})$ y los costes esperados que incluyen la multa esperada, los costes privados de litigación y los costes judiciales esperados.

La agencia inspectora elige el nivel de residuos $\mathbf{x}^r \leq \mathbf{x}$ que maximiza las multas cobradas esperadas menos los costes judiciales esperados.

El regulador elige la multa \mathbf{f} por unidad de residuo y la probabilidad de inspección $\alpha \in [0,1]$. Asumiremos que $\mathbf{f} \leq \bar{\mathbf{f}}$, donde $\bar{\mathbf{f}}$ es la multa máxima que el regulador puede elegir. Los costes de inspección son $\mathbf{A} > 0$. El objetivo del regulador es minimizar los costes sociales, que vienen medidos por la suma de la cantidad de residuos, los costes esperados de la inspección y los costes judiciales esperados soportados por la agencia.

Consideramos el siguiente juego. El regulador elige (\mathbf{f}, α) . Dada la multa \mathbf{f} y la probabilidad de ser inspeccionada α , la empresa elige la cantidad de residuo \mathbf{x} que maximiza sus beneficios esperados. Si la empresa no es inspeccionada, el juego termina. Si ocurre la inspección, la agencia observa \mathbf{x} y decide cuanto reportar $\mathbf{x}^r \leq \mathbf{x}$. Después

de la inspección, la empresa aprende privadamente sus costes de litigación y decide, condicionada en \mathbf{x}^r , si litigar o no. Si la empresa no litiga, paga la multa $\mathbf{f} \mathbf{x}^r$ y el juego termina. Si la empresa litiga, paga $(\mathbf{f} + \mathbf{c}) \mathbf{x}$ con probabilidad $(1-\mathbf{q})$ y no paga nada con probabilidad \mathbf{q} .

3. Litigación y la Decisión de la Agencia

En esta sección, examinamos la decisión de la agencia y de la empresa. Dados \mathbf{x} y \mathbf{f} , si la empresa es inspeccionada, la agencia puede reportar \mathbf{x} o negociar con la empresa para evitar la litigación. Si la agencia no negocia, la empresa \mathbf{i} , $\mathbf{i} = \mathbf{l}, \mathbf{h}$ no litiga si:

$$\mathbf{f} \leq \mathbf{m}_i + (1 - \mathbf{q})(\mathbf{f} + \mathbf{c})$$

(1)

Si la empresa \mathbf{i} , $\mathbf{i} = \mathbf{l}, \mathbf{h}$ no litiga, paga $\mathbf{f} \mathbf{x}$. Si litiga, gasta $\mathbf{m}_i \mathbf{x}$ para preparar el caso y paga $(\mathbf{f} + \mathbf{c}) \mathbf{x}$ si pierde el caso. De la condición (1), la empresa no litiga si la multa \mathbf{f} satisface la siguiente condición:

$$\mathbf{f} \leq \frac{\mathbf{m}_i + (1 - \mathbf{q}) \mathbf{c}}{\mathbf{q}} = \mathbf{f}^i \quad \mathbf{i} = \mathbf{l}, \mathbf{h}$$

Asumiremos que $\mathbf{f}^h < \bar{\mathbf{f}}$. Sea $\mathbf{f} \leq \mathbf{f}^l$. Si la agencia decide reportar el nivel de residuos observado, recibe $\mathbf{f} \mathbf{x}$. Dada la multa \mathbf{f} , ningún tipo de empresa litiga y la agencia no tiene incentivos para negociar con la empresa.

Sea $\mathbf{f} > \mathbf{f}^h$. La multa es demasiado alta y ambos tipos de empresas prefieren litigar. A menos que la agencia lo evite usando sus poderes discrecionales para negociar con la empresa, esta acudirá a juicio. Cuando la agencia no negocia, obtiene $\mathbf{x} [(1 - \mathbf{q}) \mathbf{f} - \mathbf{q} \mathbf{c}]$. Debido a que ambos tipos de empresas litigan, la agencia recauda $\mathbf{f} \mathbf{x}$ si gana y paga $\mathbf{c} \mathbf{x}$ si pierde.

Alternativamente, la agencia puede evitar la litigación negociando con la empresa un nivel de residuos que sea aceptable para esta, independientemente de su tipo. La agencia ofrece reportar un nivel de residuos \mathbf{x}^r tal que:

$$\mathbf{f} \mathbf{x}^r = \mathbf{m}_l \mathbf{x} + (1 - \mathbf{q})(\mathbf{f} + \mathbf{c}) \mathbf{x}$$

y la empresa acepta pagar $f x^r$ en vez de litigar. La agencia recauda

$$x [m_1 + (1 - q) (f + c)]$$

(2)

Finalmente, la agencia puede permitir que haya litigación parcial negociando con la empresa un nivel de residuos que solo es aceptado si la empresa tiene unos costes privados de litigación altos. En este caso, la agencia ofrece reportar x^r tal que:

$$f x^r = m_h x + (1 - q) (f + c) x$$

y las multas netas esperadas que recauda vienen dadas por:

$$(1 - p) x [m_h + (1 - q) (f + c)] + p x [(1 - q) f - q c] \quad (3)$$

La agencia elige la estrategia que maximiza las multas netas esperadas que recauda. Comparando las multas esperadas que la agencia obtiene cuando no negocia con las expresadas en (2), se deriva que la agencia nunca reportará el nivel de residuos que observa. Sea F_d la multa por unidad de residuo recaudada cuando la agencia negocia con la empresa el nivel de residuos y este es aceptado independientemente del tipo de empresa. Sea F_{pl} la multa neta esperada por unidad de residuo que la agencia recauda cuando solamente la empresa con costes privados de litigación altos acepta el nivel de residuos propuesto por la agencia. De (2) y (3), tenemos:

$$\begin{aligned} F_d - F_{pl} &= m_1 + (1 - q) (f + c) - (1 - p) [m_h + (1 - q) (f + c)] - p [(1 - q) f - q c] \\ &= m_1 - (1 - p) m_h + p c \\ &= p (m_h + c) - (m_h - m_1) \end{aligned}$$

La decisión de la agencia va a depender de la probabilidad p . Sea $\hat{p} = \frac{m_h - m_1}{m_h + c}$

la probabilidad para la que la agencia está indiferente entre evitar totalmente la litigación y permitir parcialmente la litigación. Cuando la multa establecida por el regulador es tan alta que la empresa, independientemente de su tipo, prefiere litigar, la estrategia óptima para la agencia es negociar con la empresa y evitar la litigación si $p \geq \hat{p}$. Cuando la probabilidad que la empresa tenga unos costes privados de litigación bajos es pequeña ($p < \hat{p}$), la agencia permite la litigación parcial.

Sea $\mathbf{f} \in (\mathbf{f}^l, \mathbf{f}^h]$. La empresa con costes de litigación altos no litiga mientras que la empresa con costes de litigación bajos litiga a menos que la agencia le ofrezca reportar un nivel de residuos suficientemente bajo. Si la agencia no negocia, la multa neta esperada por unidad de residuo que recauda viene dada por:

$$(1 - p) \mathbf{f} + p [(1 - q) \mathbf{f} - q \mathbf{c}] \quad (4)$$

Si la agencia ofrece reportar un nivel de residuos que es aceptado por la empresa independientemente de su tipo, recauda $\mathbf{m}_1 + (1 - q) (\mathbf{f} + \mathbf{c})$ por unidad de residuo. Como la empresa que tiene unos costes de litigación altos no litiga, la agencia no ofrece reportar un nivel de residuos que solo es aceptado por ese tipo de empresa. Por consiguiente, la agencia tendrá que elegir entre reportar el nivel observado \mathbf{x} , lo que conlleva litigación parcial o evitar totalmente la litigación. Sea \mathbf{F}_s la multa esperada por unidad de residuo que recauda la agencia si reporta el nivel observado. De (2) y (4), podemos escribir:

$$\begin{aligned} \mathbf{F}_s - \mathbf{F}_d &= (1 - p) \mathbf{f} + p [(1 - q) \mathbf{f} - q \mathbf{c}] - \mathbf{m}_1 - (1 - q) (\mathbf{f} + \mathbf{c}) \\ &= \mathbf{f} q (1 - p) - \mathbf{m}_1 - \mathbf{c} [1 - q (1 - p)] \\ &= (\mathbf{f} + \mathbf{c}) q (1 - p) - (\mathbf{m}_1 + \mathbf{c}) \end{aligned}$$

Sea $\hat{\mathbf{f}} = \frac{\mathbf{m}_1 + \mathbf{c}}{q(1 - p)} - \mathbf{c}$ la multa por unidad de residuo tal que la agencia es

indiferente entre reportar lo que observa y evitar la litigación. Se puede ver fácilmente que para $p = 0$, $\hat{\mathbf{f}} = \mathbf{f}^l$ y para $p = \hat{p}$, $\hat{\mathbf{f}} = \mathbf{f}^h$. Sea $p \leq \hat{p}$. La agencia prefiere reportar el nivel de residuos que observa si $\mathbf{f} \in (\hat{\mathbf{f}}, \mathbf{f}^h]$ y evitar la litigación si $\mathbf{f} \in (\mathbf{f}^l, \hat{\mathbf{f}}]$. Cuando $p > \hat{p}$, la agencia ofrecerá reportar un nivel de residuos que es aceptado por la empresa independientemente de su tipo.

La siguiente Proposición recoge el análisis anterior. La estrategia de la agencia y la decisión de litigación en función de la multa \mathbf{f} y de la probabilidad p se muestran en la Figura 1.

Proposición 1

Sea $p \geq \hat{p}$. Si la empresa es inspeccionada, la agencia reporta \mathbf{x} si $\mathbf{f} \leq \mathbf{f}^l$. Si $\mathbf{f} > \mathbf{f}^l$, la agencia negocia con la empresa y se evita la litigación.

Sea $p < \hat{p}$. Si la empresa es inspeccionada, la agencia reporta x si $f \leq f^l$. Si $f \in (f^l, \hat{f}]$, no hay litigación. Si $f \in (\hat{f}, f^h]$, la agencia reporta x y hay litigación parcial. Si $f > f^h$, la agencia reporta un nivel de residuos menor que x y la empresa con bajos costes privados de litigación litiga.

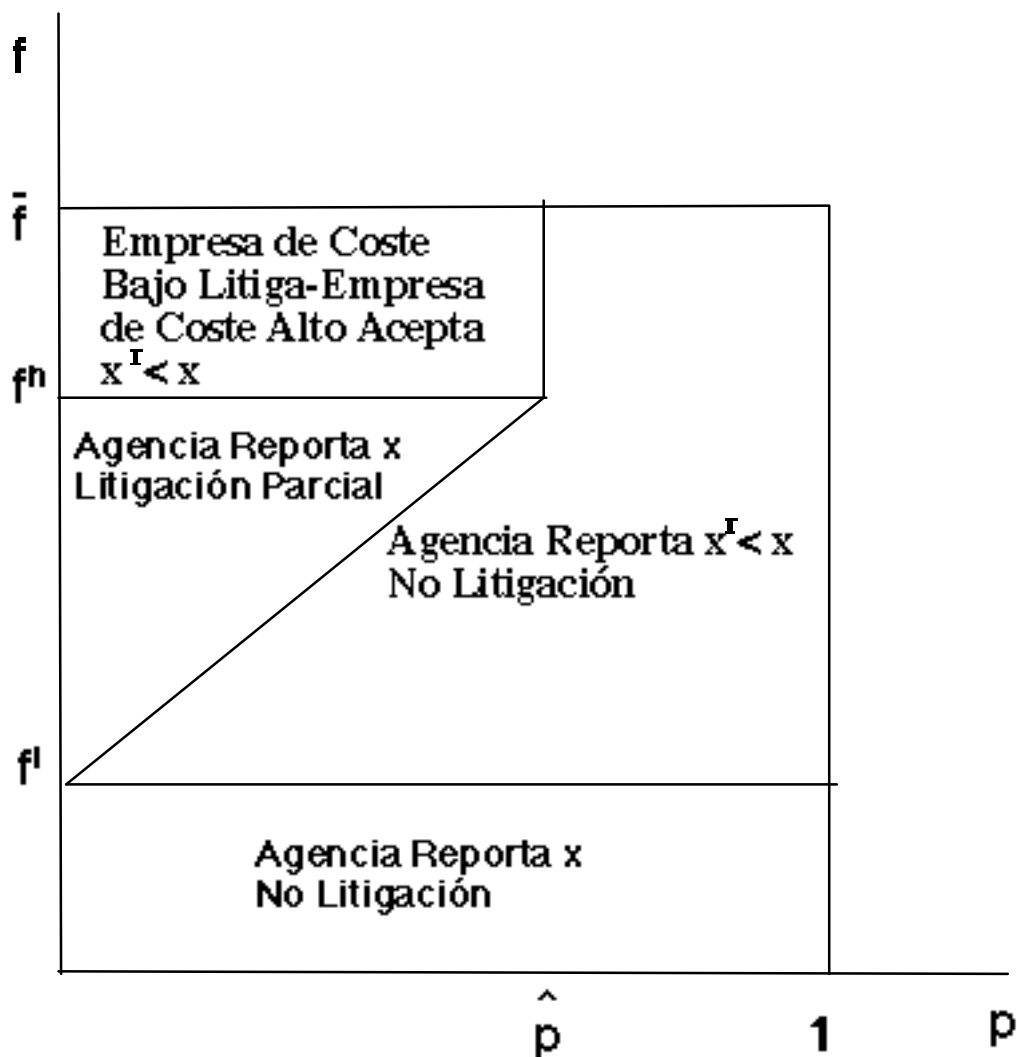


Figura 1: Litigación

4. La Determinación de la Multa Óptima

En esta sección, caracterizamos la multa óptima que establece el regulador. Debemos considerar dos casos, dependiendo de si la probabilidad que la empresa tenga

costes de litigación privados bajos es más pequeña o más grande que \hat{p} . Sea $p \geq \hat{p}$.

Dados (f, α) , los beneficios esperados de la empresa son: ⁴

$$\Pi(x, f, \alpha) = B(x) - \alpha x \begin{cases} f & \text{si } f \leq f^l \\ f - q(f - f^l) & \text{si } f > f^l \end{cases}$$

El nivel óptimo de vertidos $x^*(f, \alpha)$ maximiza los beneficios esperados de la empresa $\Pi(x, f, \alpha)$ dado (f, α) .

El regulador elige la multa f y la probabilidad de inspección α que resuelven el siguiente problema:

$$\begin{aligned} \text{Min } & x^*(f, \alpha) + \alpha A \\ \text{s.a. } & f \leq \bar{f} \\ & \alpha \in [0, 1] \\ & B(x^*(f, \alpha)) = \alpha F(f) \end{aligned}$$

donde $F(f)$ es la multa por unidad de residuo. Cuando $p \geq \hat{p}$, no hay litigación y los costes sociales esperados incluyen el nivel de residuos y los costes esperados de inspección. Siguiendo a Becker (1968), el regulador elige la multa más alta dentro de cada régimen. Por consiguiente, $f^* = f^l$ o $f^* = \bar{f}$. Dado cualquier α , el nivel de residuos será más pequeño cuanto más alta sea la multa:

$$B''(x^*(f, \alpha)) \frac{\partial x^*}{\partial f} = \alpha \frac{\partial F}{\partial f}$$

Por consiguiente, el regulador elige la multa máxima \bar{f} . La probabilidad óptima de inspección α^* es la solución a :

$$\frac{\partial x^*(\bar{f}, \alpha)}{\partial \alpha} + A \leq 0 \quad (5)$$

Dado $f = \bar{f}$, del problema de la empresa tenemos:

$$B''(x^*(\bar{f}, \alpha)) \frac{\partial x^*(\bar{f}, \alpha)}{\partial \alpha} = \bar{f} - q(\bar{f} - f^l)$$

y podemos escribir (5) como:

$$\frac{\bar{f} - q(\bar{f} - f^l)}{B''(x^*(\bar{f}, \alpha))} + A \leq 0$$

Sea $p < \hat{p}$. Dados (f, α) , los beneficios esperados de la empresa son:

⁴ Se puede comprobar que $m_1 + (1 - q)(f + c) = f - q(f - f^l)$.

$$\Pi(\mathbf{x}, \mathbf{f}, \alpha) = \mathbf{B}(\mathbf{x}) - \alpha \mathbf{x} \begin{cases} \mathbf{f} & \text{si } \mathbf{f} \leq \mathbf{f}^l \\ \mathbf{f} - \mathbf{q} (\mathbf{f} - \mathbf{f}^l) & \text{si } \mathbf{f} \in (\mathbf{f}, \hat{\mathbf{f}}] \\ \mathbf{f} - \mathbf{p} \mathbf{q} (\mathbf{f} - \mathbf{f}^l) & \text{si } \mathbf{f} \in (\hat{\mathbf{f}}, \mathbf{f}^h] \\ \mathbf{f} - \mathbf{q} (\mathbf{f} - \mathbf{f}^h) - \mathbf{p} \mathbf{q} (\mathbf{f}^h - \mathbf{f}^l) & \text{si } \mathbf{f} > \mathbf{f}^h \end{cases}$$

La función objetivo del regulador viene dada, en este caso, por:

$$\mathbf{x}^*(\mathbf{f}, \alpha) + \alpha \begin{cases} \mathbf{A} & \text{si } \mathbf{f} \leq \hat{\mathbf{f}} \\ \mathbf{A} + \mathbf{p} \mathbf{q} \mathbf{x}^*(\mathbf{f}, \alpha) \mathbf{c} & \text{si } \mathbf{f} > \hat{\mathbf{f}} \end{cases}$$

Cuando $\mathbf{f} \leq \hat{\mathbf{f}}$, no hay litigación y los costes sociales incluyen solamente el nivel de residuos y los costes de inspección. Cuando $\mathbf{f} > \hat{\mathbf{f}}$, hay litigación parcial y los costes judiciales esperados de la litigación deben ser incluidos. Si el regulador quiere evitar completamente la litigación, elige una multa $\hat{\mathbf{f}}$. Para una probabilidad de inspección dada, el nivel óptimo de residuos está inversamente relacionado con el tamaño de la multa. El nivel óptimo de residuos $\mathbf{x}^*(\hat{\mathbf{f}}, \alpha)$ es la solución a:

$$\mathbf{B}'(\mathbf{x}^*(\hat{\mathbf{f}}, \alpha)) = \alpha [\hat{\mathbf{f}} - \mathbf{q} (\hat{\mathbf{f}} - \mathbf{f}^l)] \quad (6)$$

y la probabilidad óptima de inspección cuando no hay litigación α_{nl}^* es la solución a:

$$\frac{\partial \mathbf{x}^*(\hat{\mathbf{f}}, \alpha)}{\partial \alpha} + \mathbf{A} \leq \mathbf{0} \quad (7)$$

De (6), tenemos que:

$$\frac{\partial \mathbf{x}^*(\hat{\mathbf{f}}, \alpha)}{\partial \alpha} = \frac{\hat{\mathbf{f}} - \mathbf{q} (\hat{\mathbf{f}} - \mathbf{f}^l)}{\mathbf{B}'(\mathbf{x}^*(\hat{\mathbf{f}}, \alpha))}$$

y (7) puede ser escrito como:

$$\frac{\hat{\mathbf{f}} - \mathbf{q} (\hat{\mathbf{f}} - \mathbf{f}^l)}{\mathbf{B}''(\mathbf{x}^*(\hat{\mathbf{f}}, \alpha))} + \mathbf{A} \leq \mathbf{0}$$

Por consiguiente, cuando el regulador evita completamente la litigación, los costes sociales son:

$$\mathbf{x}^*(\hat{\mathbf{f}}, \alpha_{nl}^*) + \alpha_{nl}^* \mathbf{A}$$

Por otra parte, si el regulador permite litigación parcial, elige la máxima multa posible $\bar{\mathbf{f}}$. Para una probabilidad de inspección α dada, el nivel óptimo de residuos $\mathbf{x}^*(\bar{\mathbf{f}}, \alpha)$ es la solución a:

$$B'(x^*(f, \alpha)) = \alpha [\bar{f} - q(f - f^h) - p q(f^h - f^l)]$$

(8)

y la probabilidad de inspección óptima α_{pl}^* es la solución a:

$$\frac{\partial x^*(\bar{f}, \alpha)}{\partial \alpha} (1 + p q c \alpha) + A + p q x^*(\bar{f}, \alpha) \leq 0$$

(9)

De (8), tenemos que:

$$\frac{\partial x^*(\bar{f}, \alpha)}{\partial \alpha} = \frac{\bar{f} - q(f - f^h) - p q(f^h - f^l)}{B''(x^*(\bar{f}, \alpha))}$$

y podemos escribir (9) como:

$$\frac{\bar{f} - q(f - f^h) - p q(f^h - f^l)}{B''(x^*(\bar{f}, \alpha))} (1 + p q c \alpha) + A + p q x^*(\bar{f}, \alpha) \leq 0$$

Por consiguiente, cuando el regulador permite litigación parcial, los costes sociales son:

$$x^*(\bar{f}, \alpha_{pl}^*) + \alpha_{pl}^* [A + q p x^*(\bar{f}, \alpha_{pl}^*) c] \quad (10)$$

Para elegir la multa óptima, el regulador tiene que tener en cuenta dos efectos. El efecto "disuasión" mide la respuesta del nivel de residuos a la multa. El efecto "litigación" mide como la litigación depende del tamaño de la multa. Las multas pequeñas inducen un elevado nivel de residuos a cambio de eliminar la litigación. Por otra parte, las multas elevadas tienen un efecto positivo en el nivel de residuos aunque van a implicar litigación parcial. De (10), si p es muy baja, debemos esperar un efecto litigación pequeño. El efecto "disuasión" dominaría y la multa óptima sería la máxima. Cuanto más grandes sean p y c , más importante es el efecto "litigación". Por consiguiente, debe existir un valor \bar{p} tal que el regulador está indiferente entre la multa máxima y \hat{f} . Para valores de $p > \bar{p}$, el regulador elige $\hat{f} < \bar{f}$. Si

$$x^*(\bar{f}, \alpha_{pl}^*) + [A + q \hat{p} x^*(\bar{f}, \alpha_{pl}^*) c] \leq x^*(\hat{f}, \alpha_{pl}^*) + \alpha_{pl}^* A \quad (11)$$

la multa óptima es la máxima \bar{f} , independientemente del valor de p . Si esta condición no se satisface, la multa óptima es inferior a la máxima para $p \in [\bar{p}, \hat{p}]$.

El principal resultado se recoge en la siguiente Proposición y la multa óptima se muestra en la Figura 2.

Proposición 2

Si la condición (12) se satisface, el regulador elige la multa máxima. Si la condición (12) no se satisface, la multa óptima es más pequeña que la máxima para valores de $p \in [\bar{p}, \hat{p}]$. En el resto de los casos, la multa se establece en su nivel máximo.

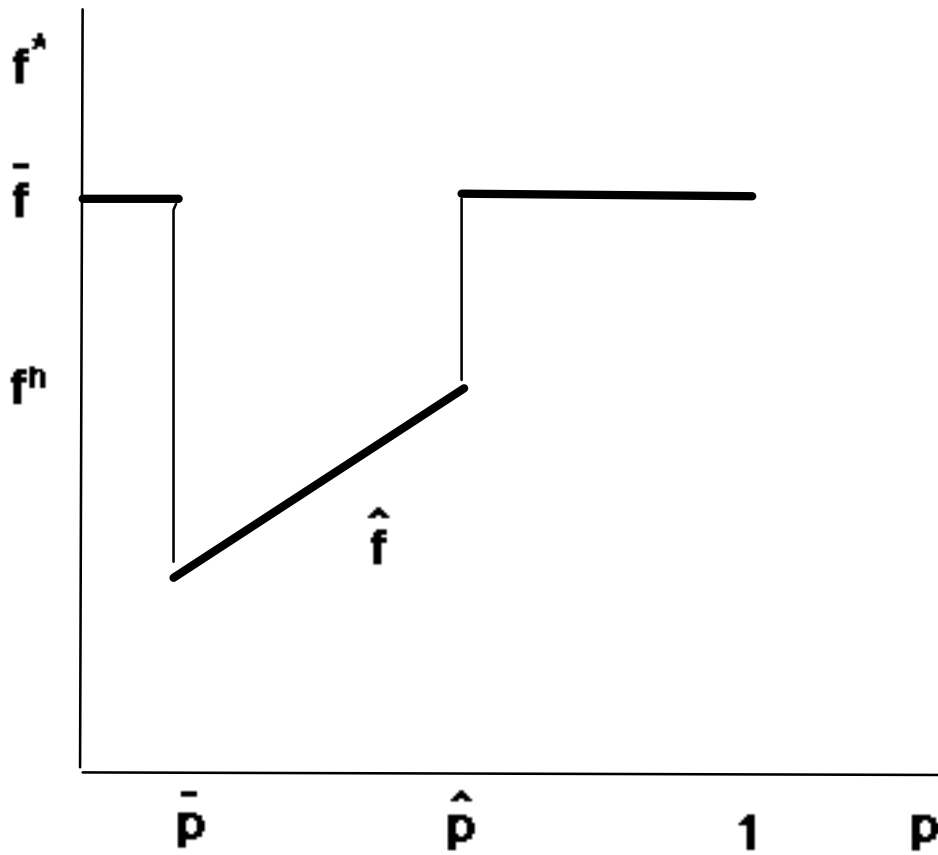


Figura 2: La Multa Óptima

5. Conclusiones

En este trabajo, nos hemos centrado en analizar la determinación de la multa óptima que establecería un regulador cuando la empresa puede litigar para evitar pagar

la multa. En muchos casos, las empresas son reticentes a pagar la multa cuando son cogidas violando una regulación medioambiental y prefieren litigar. Debido a la existencia de costes legales, el regulador tiene que tener en cuenta este comportamiento cuando establece la multa.

Una multa alta tiene un efecto beneficioso en el nivel de cumplimiento de la regulación pero puede desencadenar la litigación. Cuando el regulador permite a la agencia inspectora negociar con la empresa y reportar niveles de violación de la regulación menores, la litigación se puede evitar. El impacto de las multas altas en el nivel de residuos se reduce porque la empresa se enfrenta a unas multas esperadas más bajas que la multa establecida por el regulador. La existencia de esta capacidad negociadora de la agencia de inspección hace que el regulador elija multas altas. Por otra parte, cuando la empresa tiene información privada acerca de sus costes de litigación, una multa alta puede hacer imposible llegar a un acuerdo entre la agencia y la empresa y desencadenar la litigación.

Nuestro modelo tiene en cuenta estos aspectos y muestra que la multa óptima que establece el regulador no tiene que ser necesariamente la máxima. Dependiendo de la probabilidad que la empresa tenga unos costes de litigación bajos y del tamaño de los costes judiciales, la multa óptima se puede establecer por debajo del nivel máximo porque el regulador prefiere evitar completamente la litigación.

El modelo tiene varias limitaciones. En aras de la simplicidad, hemos considerado un modelo lineal en el que todas las variables y parámetros están medidos por unidad de residuo. Asimismo, hemos asumido neutralidad hacia el riesgo. En particular, las empresas del mundo real son aversas al riesgo. Un modelo más realista debería tener en cuenta este aspecto. Sería también más realista asumir que los costes de litigación dependen del nivel de residuos de una forma no lineal. Después de todo, cuanto mayores sean los residuos, más tiempo durará la litigación y presumiblemente, los costes judiciales no aumentarán uniformemente. Lo mismo puede decirse de los costes de litigación privados de la empresa. Aunque hemos considerado que la multa marginal no depende de la cantidad de residuos, la mayoría de las regulaciones medioambientales

establecen un sistema de multas donde las multas se incrementan no linalmente con el nivel de residuos. Sería también interesante modelar la interacción entre la empresa y la agencia de inspección como un juego no cooperativo en el que eligen, respectivamente, el nivel de residuos y la probabilidad de inspección simultáneamente.

No obstante, creemos que el principal resultado del trabajo es robusto. Los dos efectos arriba mencionados deberán tenerse en cuenta por el regulador incluso con la introducción de más realismo en el modelo y, cualitativamente, deberíamos esperar encontrar el mismo resultado. Finalmente, aunque nos hemos centrado en la regulación medioambiental, el marco descrito en el modelo es aplicable a cualquier clase de regulación.

BIBLIOGRAFÍA

Becker, G.S. (1968): "Crime and Punishment: An Economic Approach", *Journal of Political Economy* **76**, 169-217.

Border, K.C. and J. Sobel (1987): "Samurai Accountant: A Theory of Auditing and Plunder", *Review of Economic Studies* **54**, 524-40.

Bose, P (1995): "Regulatory Errors, Optimal Fines and the Level of Compliance", *Journal of Public Economics* **56**, 475-84.

Cremer, H, M. Merchant and P. Pestieau (1990): "Evading, Auditing and Taxing", *Journal of Public Economics* **43**, 67-92.

Graetz, M.J., J.F. Reinganum and L.L. Wilde (1986): "The Tax Compliance Game: Towards an Interactive Theory of Law Enforcement", *Journal of Law, Economics and Organization* **2**, 1-32.

Grieson, R.E. and N. Singh (1990): "Regulating Externalities through Testing", *Journal of Public Economics* **41**, 369-87.

Heyes, A.G. (1994): "Environmental Enforcement when "Inspectability" is Endogenous: A Model with Overshooting Properties", *Environmental and Resource Economics* **4**, 479-94.

Kambhu, J (1989): "Regulatory Standards, Non Compliance and Enforcement", *Journal of Regulatory Economics* **1**, 103-14.

Kaplow, L (1992): "The Optimal Probability and the Magnitude of Fines for Acts that are Definitively Undesirable" *International Review of Law and Economics* **12**, 3-11.

Malik, A.S. (1990): "Avoidance, Screening and Optimum Enforcement", *Rand Journal of Economics* **21**, 341-53.

Melumad, N. and D. Mookherjee (1989): "Delegation as Commitment: The Case of Income Tax Audits", *Rand Journal of Economics* **20**, 139-63.

Mookherjee, D. and I. Png (1989): "Optimal Auditing, Insurance and Redistribution", *Quarterly Journal of Economics* **103**, 399-415}

Reinganum, J.R. and L.L. Wilde (1985): "Income Tax--Compliance in a Principal--Agent Framework", *Journal of Public Economics* **26**, 1-18.

Sanchez, I. and J. Sobel (1989): "Hierarchical Design and Enforcement of Income Tax Policies", *Journal of Public Economics* **50**, 345-69.

Watabe, A. (1992): "On Economic Incentives for Reducing Hazardous Waste Generation", *Journal of Environmental Economics and Management* **23**, 154-60.