

# EL MERCADO DE DERECHOS DE EMISIONES Y SU INCIDENCIA EN EL RESULTADO EMPRESARIAL

D. José A. Jurado Martín  
Dña. M. Pilar Martín Zamora

## ABSTRACT

La instauración de los derechos de emisión -y la consiguiente creación de un mercado para la negociación de estos títulos que, para los Estados miembros de la Unión Europea, ha entrado en funcionamiento a principios del año 2005-, afectará directamente al resultado empresarial de aquellas empresas que, en cumplimiento con lo establecido en el Real Decreto Ley 5/2004, están obligadas a poseer un número de títulos equivalentes al volumen de emisiones registrado.

Ante este cambio en las circunstancias, los directivos deben esbozar cuál es el nuevo panorama que se vislumbra en atención a las diferentes estrategias que pueden adoptar, debiendo optar entre todas las posibles por aquélla que mejor contribuya a los intereses de la organización.

Esta labor requiere de información oportuna que permita discriminar eficazmente las alternativas posibles, de acuerdo a los criterios establecidos por la dirección. En este sentido, la contabilidad de gestión desempeñará un papel primordial, al facilitar información cuantitativa referente a la repercusión en el resultado empresarial de las diferentes actuaciones que pueden desempeñarse.

En este trabajo analizaremos las estrategias más frecuentes que pueden adoptar las empresas, determinando las principales variables que se verán afectadas y cómo influirán en el resultado empresarial, planteando la importancia de cuantificar tanto la reducción de emisiones y la variación del coste que conlleva para, así, comparar qué opción es más rentable para la empresa.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los problemas medioambientales que más expectación ha despertado durante la última década del siglo XX. La subida de las temperaturas globales en la superficie terrestre, la mayor frecuencia de ciertos fenómenos climáticos extremos o la subida del nivel del mar -causada por el retroceso de los glaciales- son algunos de los efectos derivados del incremento de concentración de partículas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera.

La aprobación del Convenio Marco sobre el Cambio Climático supuso un empuje definitivo para que los países comenzaran a discutir posibles soluciones para controlar y reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Estas reuniones tuvieron como resultado la redacción del Protocolo de Kioto, aprobado en 1997 por la Conferencia de las Partes, donde los países participantes se comprometieron a reducir las emisiones de los seis gases de efecto invernadero.

Para conseguir el compromiso adquirido con la ratificación del Protocolo de Kioto, los países podrán aplicar algunos de los mecanismos que se describen en dicho texto. De todos ellos, el mercado de derechos de emisiones ha destacado especialmente, pues vincula de una forma directa a las empresas, obligándolas a ajustar sus emisiones dentro de los límites permitidos. La Unión Europea, preocupada por el importante incremento de emisiones de CO<sub>2</sub> registrado en la mayoría de los Estados miembros durante la década de los noventa, anticipándose a la entrada en vigor del Protocolo, ha decidido crear su propio mercado de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, a fin de obligar a las empresas localizadas en dichos Estados a controlar el nivel de sus emisiones. Este mercado, que ha entrado en funcionamiento en enero de 2005, va a tener importantes repercusiones en las propias organizaciones, al alterar sustancialmente su estructura productiva, económica y financiera. Así, la posibilidad de participar activamente en dicho mercado, a través de la negociación de los títulos, supone la introducción de una nueva variable en el resultado empresarial, que afecta tanto al

montante de los gastos como al de los ingresos. Se plantea, por tanto, la necesidad de estudiar cuáles de las posibles alternativas contribuyen a maximizar el beneficio total de la empresa. No obstante, para poder llevar a cabo la elección de la opción más viable, será necesario conocer la estructura de costes e ingresos de la empresa y determinar cómo va a afectar a la misma la introducción de estos nuevos elementos. Para ello, la contabilidad de costes y la contabilidad de gestión, como sistemas de información internos, van a desempeñar un papel fundamental, aportando los datos necesarios para decidir qué alternativa entre las planteadas contribuye con mayor eficiencia al objetivo último de la organización, esto es, maximizar el beneficio.

La finalidad de este trabajo es analizar las variables que se verán afectadas en cada una de las decisiones posibles que puede adoptar la empresa, estableciendo cómo se verá modificado el resultado, facilitando así información oportuna para que los directivos se decanten por aquella actuación que mejor se adecue a los objetivos de la organización.

## 2. EL MERCADO DE DERECHOS DE EMISIÓN Y LOS OBJETIVOS EMPRESARIALES

El mercado de derechos de emisión (UNFCCC, 1997, artículo 17; UNFCCC, 2002, pp. 56-60) permite a las Partes intercambiar los derechos de emisión asignados para alcanzar sus respectivos compromisos. Se trata, por consiguiente, de un mercado donde podrán negociarse las distintas unidades reconocidas por el Protocolo de Kioto, como las Reducciones Certificadas de Emisiones, las Unidades de Reducción de Carbono o incluso las Unidades de Cantidad Atribuida. No obstante, para evitar que los diferentes agentes vendan en exceso sus unidades de emisión, de forma que posteriormente se vean incapacitados para cumplir con sus compromisos, se les obliga a mantener un mínimo, que es conocido como “Reserva del Periodo de Compromiso”.

El funcionamiento de dicho comercio se basa en la asignación, a las diferentes organizaciones, de unas cuotas de emisión. Sin embargo, en función de sus emisiones reales, las empresas superarán, o no, la cuota asignada. En caso de no sobrepasarla, la compañía tendrá un excedente de emisiones que podrá vender a otras organizaciones que se encuentren en una situación deficitaria. De esta forma, se permite a la empresa emitir gases de efecto invernadero por encima de la cuota que le ha sido otorgada, siempre que encuentre a otra que esté dispuesta a vender su cuota sobrante. Así, se garantiza el cumplimiento de los objetivos medioambientales, pues el resultado global es el mismo que si ambas empresas consumiesen exactamente sus cuotas; por otra parte, se cuenta con la ventaja añadida de la flexibilidad aportada por el mecanismo, ya que beneficia tanto a la empresa compradora como a la vendedora sin consecuencias medioambientales.

Desde el punto de vista de la empresa, el mercado de emisiones representa, ante todo, un incremento de los gastos de la organización. En efecto, a partir de enero de 2005, el CO<sub>2</sub>, deja de considerarse un residuo que, aparte de las consecuencias medioambientales que pudiera ocasionar, no afectaba de forma directa a la cuenta de resultados, excepto por sus efectos sancionadores, pasando a ser conceptualizado como un input más a adquirir pues, desde esa fecha, se obliga a las empresas a poseer derechos suficientes que cubran el total de las emisiones derivadas de su actividad productiva, pagando una cantidad por dichos títulos. Para evitar un fuerte impacto económico, el artículo 16 del Real Decreto Ley 5/2004, determina que en el primer periodo –años 2005 a 2007, ambos incluidos- los derechos asignados serán entregados a título gratuito. En el segundo periodo –desde el año 2008 al 2012-, se entregarán de forma gratuita el 90 por 100 de los títulos, asignándose el 10 por 100 restante de acuerdo con lo que se establezca en el correspondiente plan nacional de asignación. De este modo se pretende, durante los primeros años, que para que las empresas puedan limitar sus emisiones, estos

derechos no supongan coste alguno, debiendo acometer las inversiones oportunas para lograr controlar el nivel de emisiones. Por el contrario, si las emisiones de la organización son superiores a la cuota establecida, se tendrá que soportar el coste de compra de los derechos, y/o la sanción correspondiente por emitir gases sin poseer el permiso correspondiente, representado por estos derechos. El Real Decreto Ley establece que la sanción, durante el primer periodo, será de cien euros por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida sin sus correspondientes derechos (Real Decreto Ley 5/2004, artículo 30), no eximiendo el pago de la multa la obligación de entregar durante el año natural siguiente los títulos correspondientes al exceso de emisión<sup>1</sup>.

Sin embargo, la puesta en marcha de este mercado también puede arrojar resultados empresariales positivos, pues la valoración monetaria del derecho y su comercialización permiten a los economistas cuantificar y valorar el beneficio ambiental resultante de la implantación de las posibles estrategias a seguir. En este sentido, el estudio de diferentes opciones, consistentes en el uso de maquinarias y/o materiales más ecológicos pero, a su vez, más caros, ponía de manifiesto que dichos proyectos eran económicamente inviables, pues sólo aportaban ventajas medioambientales, suponiendo para la empresa un mayor coste. En cambio, con la implantación del mercado de emisiones, puede obtenerse un beneficio real mediante la venta de los derechos sobrantes derivados de la ejecución de esa nueva alternativa -entendiendo que la inversión llevada a cabo por la empresa persigue reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>-.

Por otra parte, el plan nacional de asignación es plurianual, determinando los derechos que serán entregados a cada empresa durante los próximos cinco años<sup>2</sup>. El número de títulos otorgados se respetarán durante el periodo de vigencia, aún cuando las instalaciones hayan implantado mejoras en sus procesos productivos que reduzcan el volumen de sustancias contaminantes. Con ello, se persigue incentivar a las empresas para que implanten a la mayor brevedad dichas modificaciones<sup>3</sup>, consiguiéndose un doble objetivo: a) los Estados verán reducidos el volumen de sustancias emitidas, consiguiendo así cumplir con los objetivos recogidos en el Protocolo de Kioto, y b) las empresas obtienen una fuente de financiación adicional para sufragar las inversiones llevadas a cabo.

Por todo ello, se pone de manifiesto la importancia de una adecuada planificación del proceso productivo, debiendo considerarse el volumen de emisión como una nueva variable estratégica. Así, a la hora de definir la estrategia a seguir, deberá ponderarse el resultado ambiental que pudiera conseguirse -cuantificando los ingresos y los costes posibles- y, a su vez, determinar el momento más propicio para acometer las “inversiones medioambientales”. En definitiva, será necesario analizar la situación de la empresa, estudiando cuáles de las posibles decisiones contribuyen a maximizar el beneficio total de la organización.

De acuerdo con el contenido de la Directiva, las opciones posibles se centran en tres focos identificados como los principales causantes de la emisión de los gases de efecto invernadero: modificar los materiales, modificar el combustible y/o modificar las instalaciones (Figura 1).

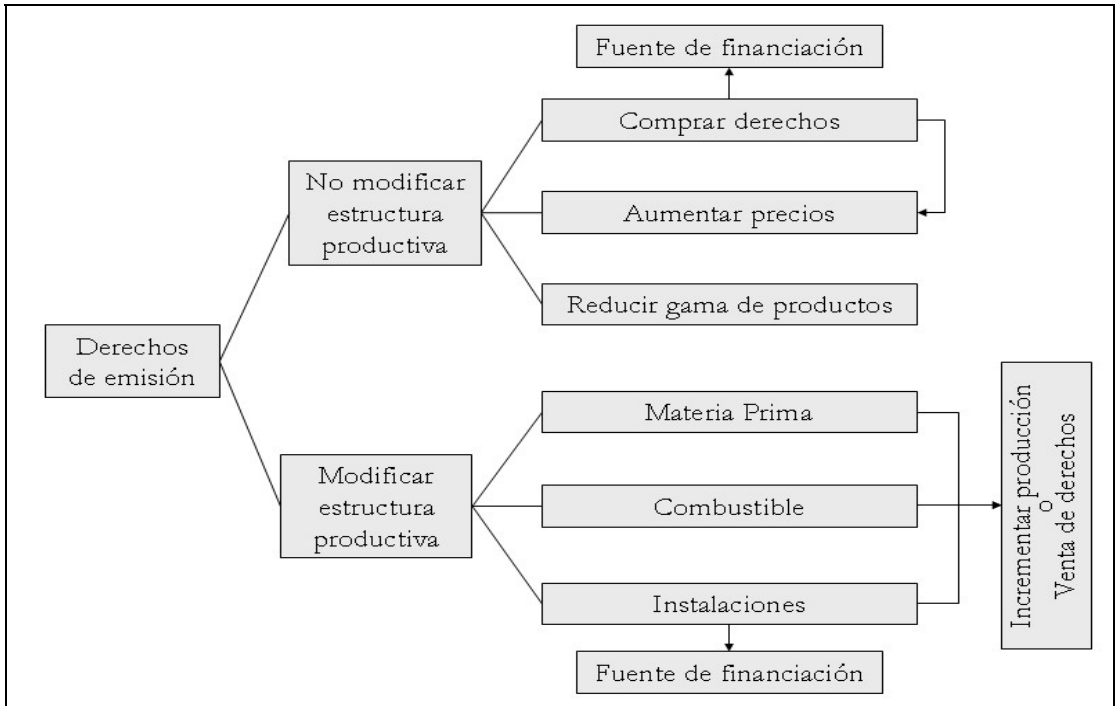
---

1 La normativa española ha optado por una penalización superior a la establecida en la Directiva que, en su artículo 16, establece que la sanción, durante el primer periodo, será de cuarenta euros por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida sin sus correspondientes derechos, mientras que para los periodos siguientes, la multa ascenderá a cien euros por tonelada de CO<sub>2</sub>.

2 Excepcionalmente, el primer plan nacional de asignación aprobado tiene un periodo de vigencia de sólo tres años, esto es, durante los años 2005-2007.

3 Aquellas empresas que consigan reducir su volumen de emisión durante los primeros años de vigencia del plan nacional de asignación obtendrán un excedente de títulos que podrán enajenar. Teniendo en cuenta además que los derechos entregados en el primer plan se han obtenido gratuitamente, el beneficio que se alcanzará será mayor.

**Figura 1.** Posibles estrategias a seguir por la empresa.



Fuente: Elaboración propia.

La búsqueda de un sustitutivo de la materia prima será conveniente cuando su uso, debido a su composición química, provoque la emisión de gases de efecto invernadero. Esta primera opción, no obstante, puede presentar importantes dificultades pues no siempre se dispone de materiales alternativos que permitan la obtención del producto a fabricar con las mismas características y propiedades que utilizando el material contaminante.

El segundo factor hace referencia al combustible utilizado en las industrias que, generalmente, se basa en el carbón y derivados del petróleo. La combustión de estos elementos genera emisiones de CO<sub>2</sub>. Con objeto de ajustarse al volumen de emisiones establecido en el plan nacional de asignación, las empresas pueden optar por utilizar fuentes energéticas sustitutivas menos contaminantes. En los últimos años se han desarrollado importantes líneas de investigación buscando nuevos productos energéticos que, a su vez, fueran ecológicos, como es el caso del biodiesel o la utilización de desechos vegetales.

La tercera actuación plantea la posibilidad de cambiar, total o parcialmente, las instalaciones utilizadas en el proceso productivo. Son muchos los factores a tener en cuenta a la hora de determinar el inmovilizado en el que se va a invertir para desarrollar la actividad de la empresa, tales como el coste, la productividad, el nivel de automatización, etc., quedando la característica del nivel de contaminación aplazada a un segundo plano. Sin embargo, esta variable ha pasado a desempeñar un papel trascendental tras la puesta en funcionamiento del mercado de derechos de emisiones.

Puede apreciarse que estas alternativas están interrelacionadas, pues un cambio tanto del combustible como de la materia prima va a requerir, presumiblemente, una modificación, total o

parcial, de las instalaciones. Por consiguiente, son múltiples las variaciones que pueden establecerse, constituyendo diferentes opciones a estudiar, además de considerar la posibilidad de continuar con la situación actual.

Por otra parte, se debe mencionar la opción de mantener la situación actual, debiendo la empresa equiparar el volumen de producción y el número de derechos que posea. En tal caso se presentan dos posibles alternativas: por un lado, ajustar la producción a los derechos asignados lo que supondría dejar de producir en el momento en que se alcanzase la cuota establecida y, por otro, ajustar los derechos al volumen de producción alcanzado durante el ejercicio, lo que obligará a acudir al mercado de derechos de emisión

Finalmente, debe apreciarse que el planteamiento de las diferentes alternativas requiere necesariamente una revisión de otras variables estratégicas empresariales, destacando la consideración de los siguientes aspectos:

1. Definir/modificar la estrategia medioambiental. La participación en este nuevo mercado, va a plantear la necesidad de modificar sustancialmente los objetivos empresariales. La dirección deberá elegir, a tenor de la información facilitada, aquella opción que se presente como la más ventajosa para los intereses de la empresa y, por ende, de los accionistas. En este sentido, deberán analizarse las ventajas e inconvenientes de mantener/modificar las acciones de la organización con objeto de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.
2. Estructura patrimonial de la empresa. En relación con lo anterior, el activo empresarial puede verse afectado al plantearse la posibilidad de modificarlo (e incluso, reemplazarlo) para ajustarlo a los requisitos medioambientales. En consecuencia, se deberán determinar los recursos financieros que serán utilizados para cubrir el desembolso necesario para acometer la nueva inversión, adecuándola (o, en su caso, modificándola) a la política financiera organizativa. Por ello, será necesario examinar la repercusión que tendrá en la estructura de costes de la empresa la modificación de los activos empresariales y la nueva fuente de financiación.
3. Política de precios. Mantener una posición ventajosa con respecto a sus competidores incidirá en los precios de la empresa: en caso de que los títulos asignados sean insuficientes, la empresa se verá obligada a comprar derechos para poder seguir produciendo, con el consiguiente encarecimiento del coste del producto. Por el contrario, las empresas que obtengan exceso de títulos –entre otras razones, por implantar actuaciones medioambientales correctas- obtendrán ingresos adicionales por la venta de los mismos, reduciendo sus costes. Esta nueva situación puede conducir a replantear el posicionamiento el mercado, modificando incluso las estrategias competitivas (vía precios o vía diferenciación).
4. Replantear el mix de productos a comercializar. Ante la imposibilidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, la empresa puede optar por determinar qué productos son los más contaminantes para, en última instancia, eliminarlos de la cartera de productos ofertados, dedicándose a continuar y potenciar la elaboración de productos menos perjudiciales con el entorno.

### **3. COSTES E INGRESOS DERIVADOS DE LA PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE DERECHOS DE EMISIONES**

La obligación de entregar los derechos de emisión al final de cada ejercicio va a tener una incidencia directa en la cuenta de resultados de la empresa, derivada de la negociación de estos títulos. Sin embargo, como se ha dicho, la necesidad de reducir y controlar el volumen de emisiones obligará a las empresas a llevar a cabo diferentes acciones que también redundarán en el beneficio empresarial.

En este sentido, por su participación en el mercado de derechos de emisiones, la cuenta de resultados de la organización se verá directamente afectada a causa del precio de los títulos. Por un

lado, el beneficio de la empresa se verá minorado por el valor total de los derechos que serán utilizados y, por otro, aumentará por los ingresos procedentes de la venta de los títulos sobrantes.

En cuanto a la tipificación del coste de los derechos de emisión puede apuntarse que, como regla general, serán considerados como *costes directos* -en tanto que el consumo de los mismos está relacionado con la actividad productiva de la empresa- y *variables* -puesto que el volumen de emisiones dependerá del volumen de producción-. No obstante, ha de puntualizarse que la clasificación dependerá siempre de las características del proceso productivo de cada organización, así como de la naturaleza del foco emisor de sustancias contaminantes, pudiendo presentarse situaciones donde las emisiones procedan de secciones no productivas y que, por tanto, no dependerán del volumen de producción, en cuyo caso, los derechos utilizados para cubrir las emisiones de este centro serán considerados como costes indirectos y fijos.

Sin embargo, la cuenta de resultados no se verá exclusivamente afectada por el componente mencionado, pues existen otros gastos, de naturaleza administrativa, en los que la empresa deberá incurrir necesariamente por participar en este mercado, tales como solicitud de asignación de derechos, registro y control del volumen de emisiones, auditoría de las emisiones efectuadas y elaboración del informe de verificación, etc. Todos estos gastos tendrán la consideración de costes indirectos y fijos.

Así, si denotamos:

- **N**: N° de títulos asignados (en Tn de CO<sub>2</sub>).
- **V**: Volumen de emisiones registradas (en Tn de CO<sub>2</sub>).
- **P**: Precio medio del derecho en el mercado.
- **C**: Coste de adquisición de los derechos asignados.
- **A**: Total de los gastos de naturaleza administrativa devengados durante el ejercicio.
- **B**: Beneficio de la empresa sin tener en cuenta la repercusión de la participación en el mercado de derechos.
- **B'**: Beneficio final, una vez que se ha incorporado los efectos de la participación en el mercado de derechos.

El beneficio de la empresa vendrá dado por la siguiente expresión<sup>4</sup>:

$$B' = B + [(N - V) \times P] - N \times C - A \quad (1)$$

donde la diferencia (N-V) determinará el efecto positivo o negativo derivado de la negociación de los títulos. Así, si el número de derechos (N) es superior al volumen de emisión (V) la empresa tendrá un excedente que se convertirán en beneficio al multiplicarlo por el precio de venta. En caso contrario, cuando el volumen de emisión registrado sea superior al número de derechos asignados, este sumando tendrá signo negativo, indicando que la empresa deberá adquirir los títulos que le faltan en el mercado.

Ahora bien, esta expresión relativa al efecto sobre la cuenta de resultados será aplicable únicamente cuando la empresa decida no modificar su estructura productiva, limitándose su actuación a decidir si ajusta su producción a los derechos asignados o adquiere títulos suficientes en el mercado para cubrir el volumen de producción efectivo. En otro supuesto, cualquier modificación estratégica que la empresa lleve a cabo con objeto de reducir las emisiones, desatará una cadena de sucesos – controlables o no- que afectarán al beneficio empresarial, debiendo los directivos ser conscientes de cómo se verá influido el coste final a causa de la decisión adoptada. Por otra parte, debe tenerse

<sup>4</sup> El sumando  $N \times C$  que aparece en la expresión (1) recoge el gasto que deberá soportar la empresa por la adquisición de los derechos asignados. Como se ha comentado, para el periodo 2005-2007, los títulos se han asignado gratuitamente, por lo que su importe es cero.

presente que cualquier alternativa planteada tiene como finalidad la reducción del volumen de emisiones. Esta disminución conlleva la liberación de derechos que podrán ser enajenados en el mercado, obteniéndose unos ingresos adicionales que la empresa deberá valorar como una importante fuente de financiación para acometer las nuevas inversiones.

Por ello, será necesario determinar cuáles son las principales variables que se verán afectadas por las diferentes estrategias que las organizaciones pueden adoptar y cómo influirán en el resultado empresarial, planteando la importancia de cuantificar la reducción de emisiones y la variación del coste que conlleva para, así, comparar qué opción es más rentable para la empresa. Para desarrollar este trabajo, en primer lugar, cuantificaremos el posible ahorro de carácter medioambiental que la empresa puede obtener con el desarrollo de cualquiera de las estrategias planteadas. A continuación, determinaremos el beneficio para cada una de las alternativas analizadas, definiendo cuáles son los principales componentes que se verán alterados. Finalmente, comparando el beneficio medioambiental con la modificación del resultado empresarial, podremos determinar si las actuaciones llevadas a cabo son, o no, rentables.

### 3.1. DETERMINACIÓN DEL BENEFICIO MEDIOAMBIENTAL

A la hora de adoptar cualquiera de las líneas de actuación definidas, la empresa deberá determinar, en primer lugar, si la estrategia es interesante desde el punto de vista medioambiental, es decir, si efectivamente se consigue una reducción del volumen de emisiones de CO<sub>2</sub>. Para ello deberá cumplirse que:

$$\frac{V}{V_p} > \frac{V'}{V_p'} \quad (2)$$

donde **V<sub>p</sub>** hace referencia al volumen de producción del ejercicio en caso de no llevar a cabo ninguna modificación, y **V<sub>p</sub>'** recoge el volumen de producción que se alcanzaría con la implantación de la nueva estrategia. Como se verá posteriormente, algunas alternativas pueden variar el tiempo de obtención de las unidades productivas, por lo que, en caso de existir restricciones de capacidad, el volumen de producción puede variar sustancialmente. No obstante, para facilitar la comparación de ambas situaciones, vamos a suponer como hipótesis de partida, que la empresa no tiene problemas de capacidad, ajustándose el número de unidades producidas a la demanda, es decir,  $V_p = V_p' = \text{Ventas}$ .

Los cocientes de la expresión (2) indican las emisiones de CO<sub>2</sub> registradas por cada unidad producida, debiendo verificarse una reducción en el volumen de sustancias contaminantes que son expulsadas a la atmósfera. Además, para el supuesto que consideramos ( $V_p = V_p'$ ), se cumplirá entonces que  $V > V'$ , lo que supone una minoración del número de derechos que deberá presentar la entidad al final del ejercicio. Esta reducción puede dar lugar a tres situaciones diferentes, a saber:

#### Caso 1: $V > V' > N$

En este supuesto, la empresa deberá acudir al mercado para adquirir  $V' - N$  derechos, pues el número de títulos asignados no son suficientes para cubrir el volumen de sustancias nocivas registradas para el total de unidades producidas. No obstante, la implantación de la estrategia ha supuesto una reducción del número de los derechos que deberán adquirirse igual a  $V - V'$ . De esta forma, el beneficio medioambiental –el cual identificaremos como **B<sub>m</sub>**– que obtendría la empresa coincidirá con el ahorro del coste por actuaciones ambientales –que denotaremos como **H**– quedando cuantificado por la expresión:

$$Bm = H = (V - V') \times P \quad (3)$$

**Caso 2:**  $V > N > V'$

Esta opción es, desde el punto de vista medioambiental, la más ventajosa, pues la implantación de la nueva acción estratégica ha dado lugar a que la empresa, partiendo de una situación ecológicamente sancionable, pase a registrar unos niveles de emisión permisibles. Desde el punto de vista monetario la empresa no sólo no se verá obligada a comprar derechos (la situación de partida establecía que debía comprar  $V - N$  derechos) sino que, además, obtiene un excedente de títulos ( $N - V'$ ) que podrá enajenar.

Así, el ahorro medioambiental vendría determinado por:

$$H = (V - N) \times P \quad (4)$$

y los ingresos medioambientales –que denotaremos por  $Im$ – ascenderán a:

$$Im = (N - V') \times P \quad (5)$$

En este supuesto el beneficio ambiental se obtendrá de la suma de las expresiones (4) y (5), esto es:

$$Bm = (V - N) \times P + (N - V') \times P \quad (6)$$

**Caso 3:**  $N > V > V'$

La situación de partida en este supuesto es que la empresa posee derechos suficientes para hacer frente a la producción actual. No obstante, llevar a cabo acciones medioambientales le va a permitir presentar una posición más favorable que se traducirá en un incremento del número de derechos para enajenar en el correspondiente mercado. Así, de vender  $(N - V)$  derechos, pasará a poder vender  $(N - V')$  es decir, podrá vender  $(V - V')$  títulos más. Por consiguiente, el beneficio medioambiental alcanzado con la mejora introducida se corresponde en su totalidad con el ingreso medioambiental procedente de la venta de esos nuevos títulos sobrantes, según se recoge en la expresión (7).

$$Bm = Im = (V - V') \times P \quad (7)$$

Puede apreciarse que, si bien las expresiones (3), (6) y (7) arrojan resultados numéricos idénticos<sup>5</sup>, existe un importante matiz que los hace diferentes. Así, mientras que en la expresión (3) estamos ante un ahorro de costes ocasionado por la reducción del número de títulos que deberían presentarse al final del ejercicio, la expresión (7) hace referencia a un ingreso monetario real procedente de la venta de derechos que se poseen en exceso. La expresión (6), por su parte, presenta una combinación de las dos anteriores, estando el beneficio compuesto, por una parte, del ahorro procedente de los derechos que se dejan de comprar y, por otra, del ingreso que se obtiene por la venta de los títulos sobrantes..

<sup>5</sup> Esta igualdad se mantiene bajo la hipótesis de que el precio de compra y el precio de venta de los derechos coinciden, siendo el precio medio de cotización del mercado.



### 3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DEL RESULTADO EMPRESARIAL AFECTADAS POR LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS PROPUESTAS

Una vez cuantificado el beneficio medioambiental asociado al mercado de derechos que obtendría la empresa por reducir su nivel de emisiones, seguidamente determinaremos cómo se verá afectado el resultado de la empresa adoptando una de las tres posibles actuaciones identificadas para disminuir el volumen de CO<sub>2</sub>. Así, comparando ambos resultados podemos concluir si la estrategia planteada, desde el punto de vista económico, es o no interesante.

#### 3.2.1. ALTERNATIVA: MODIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Esta alternativa va a suponer la alteración de las características del proceso productivo. Los factores que se verán directamente afectados por la aplicación de esta línea estratégica son los siguientes:

- *Precio de compra del nuevo bien.* Presumiblemente, el importe en el mercado de la nueva materia prima va a ser diferente al de los materiales que van a ser sustituidos teniendo, generalmente, un coste superior.
- *Aprovechamiento de la nueva materia prima.* Las características del bien alternativo pueden hacer que su consumo, por unidad producida, sea superior o inferior al anterior, haciendo que el coste unitario de cada producto sea mayor o menor, respectivamente.
- *Nivel de productividad.* El uso de un material diferente puede modificar los tiempos de producción, haciendo que el número de unidades obtenidas por cada hora de trabajo sea superior o inferior al registrado anteriormente.

La interrelación de las tres variables mencionadas es el eje básico que debe ser analizado para determinar la viabilidad de la implantación de esta posible línea de actuación. Así, si denotamos:

- **P<sub>c</sub> y P<sub>c</sub>'**: Precio de compra del material sustituido y de la nueva materia prima, respectivamente.
- **k y k'**: Consumo por unidad producida del material sustituido y de la nueva materia prima, respectivamente.
- **t y t'**: Número de horas necesarias para la obtención de una unidad del producto que comercializa la empresa usando el material sustituido y la nueva materia prima, respectivamente. Si suponemos que el resto de los factores productivos permanecen constantes, la diferencia entre t y t' determinará cómo afecta al tiempo de producción la implantación de la estrategia medioambiental.
- **T**: Número de horas productivas de la instalación.
- **cv y cv'**: Coste variable unitario de cada unidad producida utilizando el material sustituido y la nueva materia prima, respectivamente. Si tenemos en cuenta la hipótesis de partida referente a la invariabilidad de los factores productivos, la diferencia entre ambos coste unitarios, procedentes de cada una de las situaciones analizadas, vendrá determinada, a parte de las diferencias ocasionadas por el coste del consumo unitario de los materiales, por aquellos factores incluidos en el coste variable unitario que dependan de la unidad temporal y que ha sido modificada por la utilización del nuevo elemento.
- **pv**: Precio de venta unitario del producto que comercializa la empresa, el cual, en principio, permanece fijo con independencia de la decisión que adopte la organización.
- **C<sub>F</sub>**: Costes fijos de la instalación, que no se verán modificados por la nueva línea de actuación.

El beneficio de la empresa vendrá dado por las expresiones (8) y (9), dependiendo si se utiliza el material que tradicionalmente ha venido adquiriendo la empresa o bien el material alternativo que se ajusta a las nuevas necesidades ecológicas de la instalación, respectivamente.

$$B = (pv - cv) \times Vp - C_F \quad (8)$$

$$B' = (pv - cv') \times Vp' - C_F \quad (9)$$

En la expresión (8), el coste variable unitario (cv) incluye el coste de adquisición de la materia prima, que vendría ascenderá a  $[Pc \times k]$ . Si en dicha expresión sumamos y restamos este coste, obtendremos:

$$B = [pv - (cv - Pc \times k + Pc \times k)] \times Vp - C_F \quad (10)$$

donde la diferencia  $[cv - Pc \times k]$  recoge el total del coste variable unitario sin incluir el coste del material que vamos sustituir. Si denotamos a esta diferencia como **Scv**, el beneficio quedará cuantificado como sigue:

$$B = (pv - Scv - Pc \times k) \times Vp - C_F \quad (11)$$

Operando de forma análoga en la expresión (9), obtendríamos:

$$B' = (pv - Scv' - Pc \times k') \times Vp' - C_F \quad (12)$$

Finalmente, si ajustamos la expresión (12) a la hipótesis de partida, según la cual la instalación no está sujeta a limitaciones de capacidad ( $Vp = Vp'$ ), el resultado ascendería a:

$$B' = (pv - Scv' - Pc \times k') \times Vp - C_F \quad (13)$$

Así, según sea la combinación de los factores afectados por esta estrategia (precio, aprovechamiento y productividad), al comparar ambos beneficios ( $B$  y  $B'$ ), determinaremos cuál ha sido el decremento/incremento que ha sufrido el resultado empresarial como consecuencia de la modificación de la materia prima.

Además de los factores mencionados, existen, no obstante, otros costes secundarios que pueden verse afectados por el cambio del material, y que deberán tenerse en cuenta para la determinación del resultado. Así, a modo de ejemplo, podemos citar los siguientes:

- el coste de formación del personal para manipular el nuevo bien,
- los costes de almacén, que difiere al anterior porque deba reunir características específicas que garanticen la calidad del nuevo producto (temperatura, humedad...),
- el coste de transporte adecuado,
- etc.

La consideración de estos costes modificará, generalmente, el sumando de los costes fijos, incluido en la ecuación del beneficio.

### 3.2.2. ALTERNATIVA: MODIFICACIÓN DEL COMBUSTIBLE

La segunda alternativa planteada se basa en modificar el combustible utilizado en la empresa, sustituyéndolo por otro más ecológico. No obstante, dependiendo de la relación que guarde con el volumen de producción, la imputación al resultado de su coste será diferente. Al respecto, diferenciaremos dos supuestos:

- El combustible está directamente relacionado con el proceso productivo, pudiendo determinarse cuál es el consumo por unidad producida, siendo un coste variable (fuente de alimentación de la maquinaria).
- El consumo del combustible es independiente al volumen de producción, siendo clasificado como un coste fijo (fuente de energía de las instalaciones).

En ambos casos, los principales factores asociados a este insumo que afectarán al resultado empresarial son los siguientes:

- *Precio del combustible.* Presumiblemente, el precio de compra del nuevo combustible será superior al utilizado anteriormente.
- *Aprovechamiento del combustible.* Las propiedades físicas del nuevo elemento pueden requerir un consumo de unidades diferente para alcanzar los niveles calóricos necesarios para que el bien asociado funcione a pleno rendimiento.

La adopción de la estrategia planteada afectará al beneficio de la empresa, siendo necesario cuantificar las diferencias que se producirán en el mismo por usar el nuevo combustible. Partiendo de las expresiones (8) y (9), y operando de forma análoga, en el supuesto en que el combustible sea considerado como un coste variable, el resultado empresarial vendrá dado por la siguiente expresión:

$$B = (pv - Ccv - Pc_c \times k_c) \times Vp - C_F \quad (14)$$

$$B' = (pv - Ccv - Pc'_c \times k'_c) \times Vp - C_F \quad (15)$$

Donde:

- $Pc_c$  y  $Pc'_c$ : Precio de compra del combustible sustituido y del nuevo combustible, respectivamente.
- $k_c$  y  $k'_c$ : Consumo por unidad producida del consumible sustituido y del nuevo combustible, respectivamente.
- $Ccv$ : Coste variable unitario de la unidad producida, al que se le ha sustraído el coste variable unitario del combustible<sup>6</sup>.

En cambio, si estamos en el supuesto de considerar el combustible como un coste fijo, el beneficio se determinaría como sigue:

---

<sup>6</sup> Nótese cómo en ambas expresiones, el coste variable unitario del producto sin incluir el coste del combustible ( $Ccv$ ) es igual. Esto es así porque en esta alternativa sólo se considera que se ha modificado el combustible, permaneciendo el resto de los factores productivos en las mismas condiciones, por lo que no se ve afectada la productividad y, por consiguiente, los costes variables no sufren variaciones a excepción del coste del nuevo factor que ha sido introducido.

$$B = (pv - cv) \times Vp - (CC_F + Pc_c \times K_c) \quad (16)$$

$$B' = (pv - cv) \times Vp - (CC_F + Pc_c' \times K_c') \quad (17)$$

Donde:

- $K_c$  y  $K_c'$ : Consumo total del consumible sustituido y del nuevo combustible, respectivamente.
- $CC_F$ : Coste fijo total al que se le ha sustraído el coste correspondiente al combustible.

Finalmente, la modificación del combustible también puede suponer la alteración de otros costes secundarios, generalmente de naturaleza fija, que será necesario cuantificar para obtener una valoración correcta de la implantación de esta alternativa. A modo de ejemplo, podemos enumerar como posibles costes los siguientes:

- Modificar las instalaciones de almacenaje, adaptándolas al nuevo combustible.
- Formación del personal para su utilización.
- Necesidad de adquirir equipos adecuados para una correcta manipulación.
- Etc.

### 3.2.3. ALTERNATIVA: MODIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

La tercera opción estudiada hace referencia a la posibilidad de cambiar las maquinarias que intervienen en el proceso productivo con objeto de mejorar el rendimiento de las mismas a la vez que se reduce el nivel de contaminación atmosférica. En este caso el resultado empresarial se verá afectado de forma directa por los siguientes factores:

- *Valor de la inversión.* Ya sea una actualización de la maquinaria que posee la empresa, ya sea una nueva maquinaria, el valor de la inversión realizada repercutirá sobre la estructura patrimonial de la empresa, afectando al resultado vía amortización de la misma, considerándose, generalmente, un coste fijo.
- *Nivel de productividad.* A su vez, la principal ventaja que se persigue con el planteamiento de esta estrategia es conseguir mejorar el rendimiento productivo de la empresa, obteniendo más productos para el mismo nivel de contaminación o, lo que es lo mismo, reducir el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad producida, afectando, en consecuencia, al total de los costes variables. Por ello, es presumible que el número de unidades obtenidas por cada hora de trabajo será inferior al que se registraría si no se llevase a cabo la inversión en el inmovilizado.

De esta forma, estos dos factores afectarán tanto al componente variable como al fijo de la función del beneficio. Así, a partir de las expresiones (8) y (9), el resultado empresarial vendrá dado por la siguiente expresión:

$$B = (pv - cv) \times Vp - (MC_F + m) \quad (18)$$

$$B' = (pv - cv') \times Vp - (MC_F + m') \quad (19)$$

Donde:

- $MC_f$ : Coste fijo total al que se le ha sustraído el coste correspondiente a la amortización de la maquinaria.
- $m$  y  $m'$ : Cuota de amortización de la maquinaria sustituida y de la nueva imputable a cada periodo, respectivamente.

En este supuesto, el coste variable unitario se verá afectado por todos aquellos componentes que lo integran y cuyos importes están directamente relacionados con el tiempo de producción necesario para obtener una unidad, mientras que los costes fijos se modificarán exclusivamente por la cuota de amortización del nuevo bien adquirido.

Finalmente, al igual que en los casos anteriores, si la incorporación del nuevo elemento productivo implica que la empresa tenga que hacer frente a costes secundarios para su adecuado funcionamiento, será necesario determinar el importe de los mismos para una correcta valoración de los gastos que conlleva la modificación de las instalaciones. Esos posibles costes pueden deberse a razones como:

- La formación del personal para su uso.
- El coste de la financiación utilizada para su adquisición.
- Inspecciones y controles adicionales para verificar la calidad del producto.
- Etc.

### 3.3. DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LAS ESTRATEGIAS PLANTEADAS

Una vez que hemos determinado por separado cómo va a afectar al resultado empresarial la implantación de las diferentes estrategias planteadas<sup>7</sup> y el beneficio medioambiental que se obtendría con las mismas gracias a la participación en el mercado de derechos de emisiones, sólo queda comparar ambos resultados para determinar si la estrategia desarrollada por la empresa es económicamente viable.

En este sentido, si el beneficio obtenido por la disminución de las emisiones (que gracias a la existencia del mercado de derechos de emisión, puede cuantificarse monetariamente de forma objetiva) cubre el posible incremento de los costes originado por adopción de una de las diferentes líneas de actuación estudiadas, se deducirá que la estrategia llevada a cabo es rentable pues el beneficio procedente de reducir las emisiones de sustancias contaminantes (procedente del ahorro obtenido por reducir el número de derechos a comprar y/o aumentar el número de derechos disponibles los cuales podrán ser enajenados) será utilizado para cubrir los costes derivados de la estrategia implementada. Analíticamente, esta *condición de viabilidad económica* puede expresarse como sigue<sup>8</sup>:

$$Bm > (B - B') \quad (20)$$

7 La variación del resultado se determinará por la diferencia de  $B-B'$  en las distintas estrategias estudiadas, es decir, usando las expresiones (11) y (13) en el caso de utilizar materiales nuevos; las funciones (14) y (15), o bien (16) y (17) para el supuesto del cambio del combustible y dependiendo si se considera un coste variable o fijo, respectivamente; y las ecuaciones (18) y (19) si la estrategia planteada implica modificar la maquinaria.

8 Se entiende que los costes originados por la nueva estrategia son superiores a los que soportaría la empresa si decidiera no acometer ninguna modificación (obviando los gastos ocasionados por la negociación de los derechos de emisión), es decir, que  $B > B'$ , pues, en caso contrario, indicaría que la nueva situación arroja un resultado superior a la situación de partida, por lo que la empresa se vería doblemente beneficiada.

El análisis de viabilidad económica para cada una de las alternativas propuestas determinará si el coste de llevar a cabo la estrategia correspondiente supera, o no, el beneficio que se deduciría de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El incumplimiento de la condición de viabilidad permitirá, desde el punto de vista económico, concluir la inadecuación de la alternativa en cuestión.

### 3.3.1. ALTERNATIVA: MODIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Sustituyendo los términos recogidos en la condición de viabilidad por las expresiones (3), (11) y (13), obtenemos lo siguiente:

$$(V - V') \times P > [(pv - Scv - Pc \times k) \times Vp - C_F] - [(pv - Scv' - Pc' \times k') \times Vp - C_F] \quad (21)$$

expresión que, operando, quedará como sigue:

$$(V - V') \times P > [(Scv' - Scv) + (Pc' \times k' - Pc \times k)] \times Vp \quad (22)$$

### 3.3.2. ALTERNATIVA: MODIFICACIÓN DEL COMBUSTIBLE

Diferenciaremos los dos supuestos analizados. Así, si consideramos el coste del combustible como un coste variable, utilizaremos las expresiones (3), (14) y (15), quedando la condición de viabilidad económica como sigue:

$$(V - V') \times P > [(pv - Ccv - Pc_c \times k_c) \times Vp - C_F] - [(pv - Ccv - Pc'_c \times k'_c) \times Vp - C_F] \quad (23)$$

y operando:

$$(V - V') \times P > (Pc'_c \times k'_c - Pc_c \times k_c) \times Vp \quad (24)$$

Por el contrario, si el coste del combustible ha sido clasificado como un coste fijo, la condición de viabilidad económica, determinada a partir de las expresiones (3), (16) y (17), adoptaría el formato:

$$(V - V') \times P > [(pv - cv) \times Vp - (CC_F + Pc_c \times K_c)] - [(pv - cv) \times Vp - (CC_F + Pc'_c \times K'_c)] \quad (25)$$

y operando:

$$(V - V') \times P > (Pc'_c \times K'_c - Pc_c \times K_c) \quad (26)$$

### 3.3.3. ALTERNATIVA: MODIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

La determinación de la condición de viabilidad económica se deducirá a partir de las expresiones (3), (18) y (19), obteniéndose lo siguiente:

$$(V - V') \times P > [(pv - cv) \times Vp - (MC_F + m)] - [(pv - cv') \times Vp - (MC_F + m')] \quad (27)$$

y operando:

$$(V - V') \times P > [(cv' - cv) \times Vp + (m' - m)] \quad (28)$$

### 3.4. CONSIDERACIONES FINALES

El desarrollo analítico expuesto presenta como principal ventaja la posibilidad de cuantificar el resultado que se derivará de la implantación de cada una de las diferentes estrategias que, siempre que sea posible, la empresa pueda llevar a cabo. Con ello se facilita una herramienta que facilitará a la organización determinar cuál de las diferentes alternativas que puede acometer le resulta más ventajosa.

Sin embargo, no acaba ahí uso que puede deducirse del análisis matemático desarrollado. Así, por ejemplo, la función que expresa la condición de viabilidad económica nos permitirá determinar cuál es el precio mínimo de los derechos para que a la empresa le resultara interesante acometer el cambio. Para ello, bastaría con considerar dicha variable como una incógnita.

Por otra parte, también debemos mencionar que, en el estudio planteado, la decisión de acometer las diferentes estrategias se basa en criterios puramente economicistas. Sin embargo, no debemos olvidar las repercusiones medioambientales y sociales que pueden derivarse de dichas actuaciones pues, si bien la implantación de estas líneas de actuación no viable desde el punto de vista económico, puede, no obstante, ser consideradas como atractivas para la organización si con ello se consigue mejorar la imagen de la empresa ante la sociedad.

## 4. CONCLUSIONES

Aquellas organizaciones que están obligadas a participar en el mercado de derechos de emisiones verán seriamente alterado su beneficio en comparación con los resultados alcanzados en ejercicios anteriores. No obstante, una adecuada gestión medioambiental puede invertir esta situación negativa, permitiendo a la empresa obtener unos ingresos adicionales que podrán ser utilizados para financiar las mejoras medioambientales planteadas.

La adopción de la decisión más conveniente requerirá del conocimiento de los costes e ingresos asociados con la actividad empresarial, siendo objeto de la contabilidad de gestión facilitar información oportuna que facilite la toma de decisiones. Así, será necesario prever cuáles son los costes que deberá la empresa soportar para cada una de las diferentes estrategias que pueda desarrollar y que supongan una reducción efectiva del volumen de emisión de CO<sub>2</sub>. Esta previsión permitirá determinar cuál de las diferentes alternativas es más rentable desde el punto de vista económico.

Por otra parte, es importante resaltar que la decisión de acometer cambios organizacionales que reduzcan el nivel de contaminación no debe basarse exclusivamente en criterios economicistas, siendo imprescindible tener en cuenta otros factores sociales.

## BIBLIOGRAFIA

MARTIN ZAMORA, M.P. y JURADO MARTÍN, J.A. (2006): "El Proceso presupuestario y el protocolo de Kioto: el presupuesto de emisiones de CO<sub>2</sub>", *XVI jornadas luso-españolas de gestión científica*, Évora, pp. 303-315.

UNFCC, CONVENCION DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LAS NACIONES UNIDAS (2002): Informe de la conferencia de las partes sobre su séptimo período de sesiones, celebrado en Marrakech del 29 de octubre al 10 de noviembre de 2001. Adición. Segunda parte: medidas adoptadas por la Conferencia de las partes (Volumen II), disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop7/cp713a02s.pdf>.

UNFCC, CONVENCION DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LAS NACIONES UNIDAS (1997): Protocolo de Kioto, disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.

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 y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo (DO L 275 de 25.10.2003).

REAL DECRETO LEY 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

LEY 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero

### Enlaces web

[www.mma.es](http://www.mma.es): Página web del ministerio de Medio Ambiente de España.

<http://unfccc.int/>: Página web de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.