

VALORACIÓN DE UN PRODUCTO ECOLÓGICO

M. D. Bovea^p, R. Vidal

Departamento de Tecnología, Universitat Jaume I,
Campus Riu Sec, s/n, E-12071-Castellón, Spain.

RESUMEN

En esta comunicación se presenta una metodología que permite integrar el requerimiento ambiental en el coste de un producto. Para ello, se aplicará la metodología ACV (Análisis del Ciclo de Vida) para identificar alternativas de mejora ambiental a un producto existente, la metodología CCV (Coste del Ciclo de Vida) para valorar el coste del producto inicial y de cada alternativa ecológica, y la metodología de la Valoración Contingente (VC) para evaluar la disposición a pagar del consumidor por un producto catalogado como ecológico por incorporar dichas mejoras ambientales. Finalmente, se aplicará la metodología propuesta para mejorar el diseño de una mesa de oficina existente actualmente en el mercado.

ABSTRACT

In this communication, a methodology for integrating these requirements is proposed. The LCA (Life Cycle Assessment) methodology is applied to identify environmental improvement options; the LCC (Life Cycle Cost) methodology is proposed to evaluate the life cycle cost of the initial product and the environmental improvement options; and the Contingent Valuation (CV) technique is applied to estimate the customer's willingness to pay for a sustainable product that incorporates the proposed environmental improvements. Finally, the proposed methodology will be applied to improve an existing office table.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y comercialización de productos mejorados desde el punto de vista ambiental se enfrenta a menudo con los objetivos económicos de las empresas, por lo que es necesario integrar estos dos requerimientos durante el proceso de desarrollo de productos.

El objetivo de esta comunicación es proponer una metodología que permita integrar el requerimiento ambiental en el coste de un producto, mediante la integración de las metodologías Análisis del Ciclo de Vida (ACV o *Life Cycle Assessment -LCA*) (Consoli *et al.*, 1993) para la evaluación del requerimiento ambiental, Coste del Ciclo de Vida (CCV o *Life Cycle Costing -LCC*) (White *et al.*, 1996) para el estudio del coste del producto, y Valoración Contingente (VC) (Carson, 2000) para el estudio de la disposición a pagar del consumidor por un producto que incorpora ciertas mejoras ambientales.

Finalmente, se realiza una aplicación de la misma al diseño de mobiliario de oficina.

2. MODELO DE INTEGRACIÓN DEL REQUERIMIENTO AMBIENTAL EN EL COSTE DE UN PRODUCTO

La Figura 1 muestra el esquema de la metodología propuesta para la integración del requerimiento ambiental y el coste de un producto.

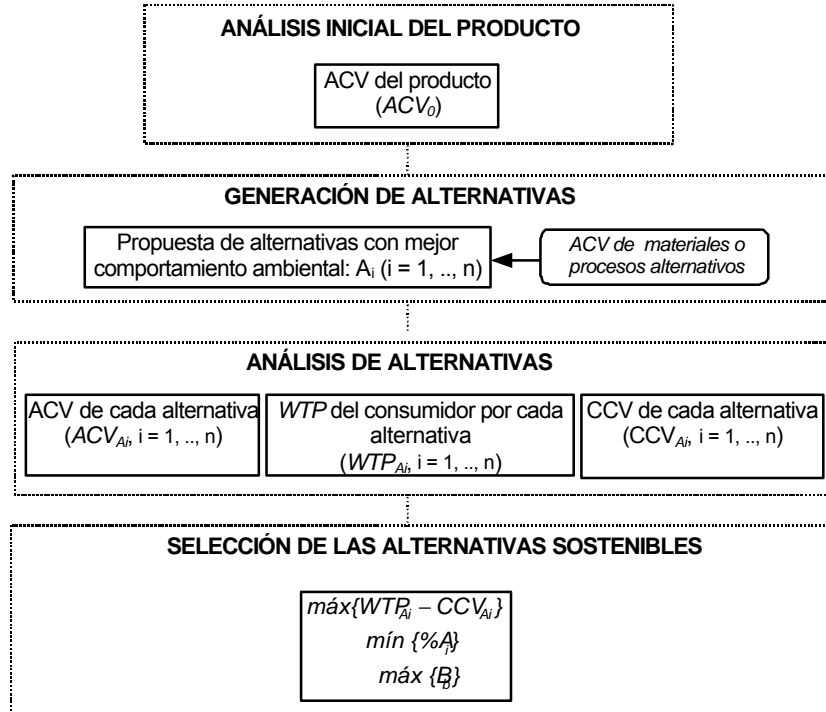


Figura 1. Modelo de integración del requerimiento ambiental y el coste de un producto.

2.1. Etapa I: Análisis ambiental inicial del producto

El objetivo de esta etapa es realizar un estudio del perfil ecológico inicial del producto, con el fin de identificar aquellas partes o etapas de su ciclo de vida que presentan un peor comportamiento ambiental. Los pasos a seguir son:

- Definición de la estructura del producto a lo largo de su ciclo de vida completo.
- Realización de un inventario del ciclo de vida de todos los componentes de la estructura del producto.
- Análisis del ciclo de vida del producto siguiendo los pasos propuestos por Consoli *et al.* (1993): definición del alcance y objetivos, análisis de inventario, análisis del impacto e interpretación de los resultados.

Como resultado de esta etapa se obtiene el impacto ambiental del producto evaluado en unidades de un indicador ambiental, dependiendo del método de evaluación del impacto aplicado (ACV_0). Aquellos componentes o etapas con un valor del indicador más elevado se identifican como objetivos prioritarios de mejora ambiental.

2.2. Etapa II: Generación de alternativas

Una vez identificados los componentes o etapas del ciclo de vida objeto a mejorar desde el punto de vista ambiental, el siguiente paso es definir alternativas de mejora. Para ello, es necesario disponer de información ambiental de productos similares y de materiales/procesos alternativos a los utilizados en el diseño inicial.

Los pasos a seguir para completar esta etapa son:

- Estudio del ciclo de vida de materiales/procesos que realicen la misma función que los componentes identificados como objetivos de mejora.
- Generación de alternativas más ecológicas del producto por sustitución de los componentes, procesos o materiales objetivos, por otros con un menor impacto ambiental.

Como resultado de esta etapa se obtiene una propuesta de alternativas que mejoran el comportamiento ambiental inicial del producto (A_i , siendo $i = 1, \dots, n$, el número de alternativas generadas).

2.3. Etapa III: Análisis de las alternativas

En esta etapa se analiza cada una de las alternativas desde tres puntos de vista diferentes: el coste, ambiental y económico, y la percepción del consumidor.

Análisis de las alternativas desde una perspectiva ambiental

El objetivo es cuantificar la mejora ambiental que supone cada una de las alternativas generadas en la etapa anterior. A partir del análisis del ciclo de vida de las alternativas generadas (ACV_{A_i}) se obtiene un nuevo indicador ambiental para cada una de ellas. La mejora ambiental se cuantifica como el porcentaje de reducción del impacto ambiental según:

$$\%A = \frac{ACV_A - ACV_0}{ACV_0} \times 100 \quad \text{eq. (1)}$$

Análisis de las alternativas desde una perspectiva económica

Siguiendo la clasificación propuesta por White *et al.* (1996), el coste del ciclo de vida de un producto, puede definirse como:

$$CCV = CI + CE_x = \{ \sum CC_i + \sum CE_j + \sum CMT_k \} + \sum CE_x \quad \text{eq. (2)}$$

donde:

- CI son los costes internos del producto o costes de la compañía, clasificados en costes convencionales (CC_i), costes escondidos o indirectos (CE_j) y costes menos tangibles (CMT_k).
- CEx son costes externos que repercuten sobre la sociedad, entre los que pueden destacarse los costes externos provocados por la contaminación o el transporte, según muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Valoración económica de los costes externos.

Fuente: ¹⁾ Craighill and Powell (1996), ²⁾ Quinet (1996).

Emisión ¹⁾	€/kg	Congestión carreteras ¹⁾	€/km	Ruido ²⁾	€/100Tmk m
CO ₂	0.006	Autopistas	0.004	Tren	0.12-0.13
CO	0.009	No principal	0.189	Carretera	0.11-0.19
CH ₄	0.111	Rural	0.001	Avión	2.3
SO ₂	3.972				
NO _x	1.952				
N ₂ O	0.944				
Partículas	13.804				

Como resultado de la suma de todos estos costes se obtiene el coste del ciclo de vida de cada una de las alternativas de mejora ambiental (CCV_{Ai}).

Análisis de las alternativas desde la perspectiva del consumidor

La medida de la disposición a pagar (WTP -*Willingness To Pay*) que el consumidor otorga a un producto es una forma de cuantificar el precio máximo que está dispuesto a pagar por él. Cuanto mayor sea el grado de satisfacción de sus expectativas, mayor cantidad de dinero estará dispuesto a pagar por él y viceversa. Aplicando la metodología para determinar las disposiciones a pagar que un consumidor tiene por un producto que incorpora ciertas ventajas ambientales puede obtenerse la cantidad económica máxima que el consumidor otorga a cada alternativa de mejora ambiental ($WTP_{1(Ai)}$) (Vidal *et al.*, 2001). De forma análoga podría obtenerse la disposición a pagar que tiene para cubrir las externalidades de un producto y obtener ($WTP_{2(Ai)}$). La

suma de ambas disposiciones equivale a la disposición a pagar total por cada alternativa ambiental (WTP_{Ai}).

2.4. Etapa IV: Selección de las alternativas óptimas

Para la selección de las alternativas que presentan un mejor comportamiento desde la perspectiva ambiental y del coste, se proponen los siguientes pasos:

- Obtención de la condición de rentabilidad para la empresa, que implica obtener el máximo beneficio bruto (B_b) como resultado de la venta de la versión ecológica del producto, que implica maximizar la diferencia entre la disposición a pagar del consumidor por ella (WTP_1) y el coste en que incurre la empresa por fabricarla (CI), según:

$$\text{máx}\{B_b\} = \text{máx}\{WTP_1 - CI\} \quad \text{eq. (3)}$$

- Obtención de las condiciones de sostenibilidad para la sociedad, que implica:
 - Determinar el valor del parámetro S_{Ai} , cuantificado como la diferencia entre la disposición a pagar del consumidor por la alternativa ecológica del producto (WTP_{Ai}) y el coste durante su ciclo de vida (CCV_{Ai}), según:

$$S = WTP - CCV \quad \text{eq. (4)}$$

- Determinar el porcentaje de reducción del impacto de cada alternativa ($\%A_i$), según eq. (1).

A modo de resumen, la selección de las alternativas sostenibles se realiza en base al siguiente criterio:

$$\text{Alternativas sostenibles} = A_i \begin{cases} \text{máx}\{B_b\} \\ \text{máx}\{S_{Ai}\} \\ \text{mín}\{\%A_i\} \end{cases} \quad \text{eq. (5)}$$

3. APLICACIÓN AL DISEÑO DE MOBILIARIO DE OFICINA

En este apartado va a aplicarse la metodología propuesta a un modelo de mesa de oficina existente actualmente en el mercado.

Etapa I: Análisis inicial ambiental del producto

El análisis inicial del producto desde el punto de vista ambiental se ha realizado con la ayuda de la herramienta SimaPro 4.0 (1996), tomando como método de evaluación del impacto el método Eco-Indicador'99 (Goedkoop & Spriensa, 1999).

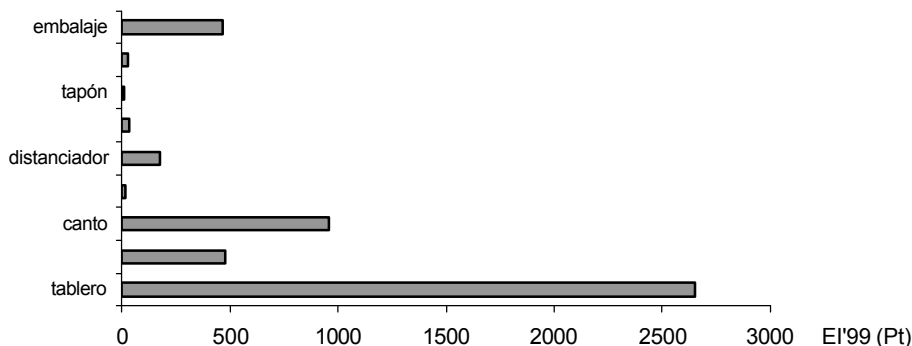


Figura 2. Distribución del impacto ambiental entre los componentes del producto.

Etapa II: Generación de alternativas

A partir de los resultados de la Figura 2 se proponen las alternativas de mejora de la Tabla 2:

Tabla 2. Alternativas de mejora ambiental al diseño inicial.

A1	sustitución del tablero con otro equivalente de bajo contenido en formaldehído
A2	sustitución del canto de PVC por canto de melamina
A3	sustitución del embalaje de cartón por otro retráctil con refuerzos puntuales

Etapa III: Análisis de alternativas

- De la aplicación de la metodología ACV a cada una de las alternativas se han obtenido los porcentajes de mejora que se muestran en la Tabla 3.
- Para el cálculo del CCV de cada una de las alternativas de mejora ambiental se han considerado los costes internos y externos (el detalle del cálculo de cada uno de ellos puede consultarse en Bovea (2002)). Los resultados globales obtenidos son los mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Valoración ambiental y económica de cada alternativa de mejora.

	A1	A2	A3
%A (%)	-1.8%	-7.4%	-2.8%
CI (€)	92.86	84.02	85.92

Cex (€)	11.22	11.05	10.20
CCV (€)	117.19	108.06	109.21

- Para la determinación de la disposición a pagar del consumidor por cada una de las alternativas de mejora ambiental (WTP_{Ai}), se ha obtenido la curva de demanda de cada una de las alternativas en función de su precio de mercado. La Figura 3 muestra el resultado obtenido para la alternativa A1.

Etapa IV: Selección de la alternativa óptima

La selección de la alternativa óptima desde la perspectiva ambiental y de coste se ha realizado en función de los criterios de la eq. (5). Puesto que la WTP_{Ai} se ha calculado en función del precio de mercado, el resultado de los parámetros B_b y S no es único, sino que varía en función del porcentaje de encuestados que está dispuesto a pagar una determinada cantidad por la alternativa ecológica. La Figura 4 muestra la variación de dichos parámetros $B_{b(A1)}$ y S_{A1} en función de la demanda.

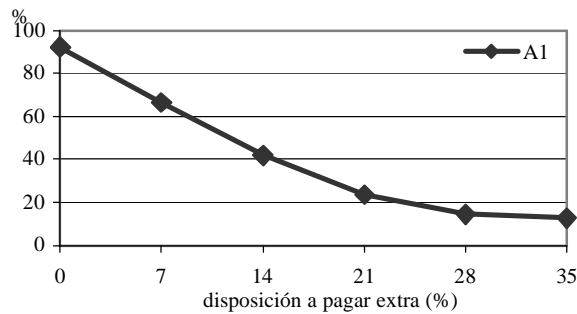


Figura 3. Curva de demanda para alternativa A1.

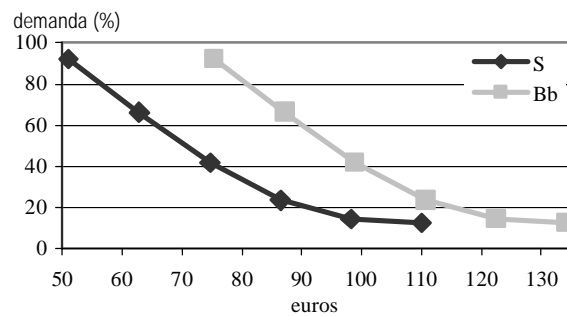


Figura 4. S y B_b para alternativa A1.

La tercera condición que debía cumplir un producto sostenible era que su impacto fuera inferior al del producto original, resultados que ha sido mostrado en la Tabla 3 y que cumplen todas las alternativas.

Pero para poder realizar una comparación o clasificación de las alternativas, es necesario fijar un porcentaje de demanda por parte del consumidor para obtener el valor de la WTP_{Ai} . En Vidal *et al.* (2001) se ha demostrado que un precio de la alternativa ecológica igual a un incremento en un 14% sobre el precio inicial del producto optimiza los beneficios de una empresa. Este precio se ha calculado tomando como hipótesis que la empresa va a fabricar dos versiones (la versión actual

y otra ecológica) del mismo producto, y tomando como porcentajes de demanda de cada una de ellas, los obtenidos en la Figura 3.

Bajo esta hipótesis, la Tabla 4 muestra el resultado final de los criterios de la eq. (5) para seleccionar aquella alternativa que optimice los requerimientos ambiental y coste desde la perspectiva de la empresa, el consumidor y la sociedad en su conjunto.

Tabla 4. Selección de la alternativa óptima desde el punto de vista ambiental y coste.

	A ₁	A ₂	A ₃
Beneficio bruto (B_b)	98.98 €	107.82 €	105.92 €
Sostenibilidad (S)	74.65 €	83.78 €	82.62 €
Reducción impacto ambiental (% A_i)	-1.8 %	-7.4 %	-2.8 %

4. CONCLUSIONES

Según el modelo propuesto, una empresa decidirá fabricar un producto ecológico si la diferencia entre la disposición a pagar del consumidor y los costes internos se igualan o superan los beneficios que pretende obtener por la venta de la versión ecológica. Estos beneficios deben ser, como mínimo, iguales a los obtenidos con la venta del producto original. Para la sociedad, un producto ecológico será sostenible si permite obtener una diferencia positiva entre la disposición a pagar del consumidor por la alternativa ecológica y el coste de su ciclo de vida, y, además, tiene un impacto ambiental inferior al impacto del producto inicial.

5. REFERENCIAS

Bovea, M.D., *Valoración de productos ecológicos. Aplicación al diseño de mobiliario de oficina*, Tesis doctoral, Universitat Jaume I (Castellón), 2002.

Carson, R.T., *Contingent Valuation: a user's guide*, Environmental Science Technology, 34, 1413-1418, 2000.

Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., Fava, J., Franklin, W., Jensen, A.A., Oude, N., Parrish, R., Perriman, D., Postlethwaite, D., Quay, B., Séguin, J., Vigon, B., *Guidelines for life-cycle assessment: a code of practice*, SETAC Workshop, Society of Environment Toxicology and Chemistry (SETAC), Sesimbra, Portugal, 1993.

Craighill, A.L., Powell, J.C., *Lifecycle assessment and economic evaluation of recycling: a case study*, Resources, Conservation and Recycling 17, 75-96, 1996.

Goedkoop, M., Spriensma, R., *The eco-indicator 99. A damage oriented method for life cycle impact assessment. Methodology report*, Pré Consultants B. V., 1999.

Quinet, E., *The social costs of transport: evaluation and links with internalisation policies (Chapter 2). Internalising the social costs of transport*, OECD/ECMT, 1996.

SimaPro, *Database manual*, Ed. Pré Consultants B.V., 1997.

White, A.L., Savage, D., Shapiro, K., *Life-cycle costing: concepts and applications, (Chapter 7). Environmental life cycle assessment*, Ed. M.A. Curran, Mc Graw Hill, 1996.

Vidal, R., Bovea, M.D., Georgantzis, N., Camacho, E., *Customer's preferences, willingness to pay and LCA valuations for environmentally friendly design*, International Conference on Engineering Design, ICED'01, Glasgow, August 21-23, 2001.

CORRESPONDENCIA: Loles Bovea Edo, Dpto. Tecnología (Área: Proyectos de Ingeniería), Universitat Jaume I, 12071 Castellón, Spain. Tel. +34 964 728189, Fax: +34 964 728106, email: bovea@tec.uji.es