

Sistemas de evaluación ambiental en la edificación Española¹

Recibido para evaluación: 12 de Marzo de 2008
Aceptación: 25 de Noviembre de 2008
Recibido versión final: 12 de Diciembre de 2008

Francisco J. Arenas Cabello²

RESUMEN

Este estudio tiene por objeto examinar el estado del conocimiento de los sistemas de evaluación ambiental aplicados en la edificación española, basados básicamente en la metodología del Análisis de Ciclo de Vida; para ello, analiza su estructura y otras aplicaciones mediante el ecoetiquetado, poniendo de manifiesto que en España su aplicación es casi nula, a excepción de ciertos estudios desarrollados con materiales cerámicos; asimismo, analiza su aplicación a los materiales de construcción, así como sus sistemas de declaración medioambiental en el ámbito de la Unión Europea; y finaliza con un apartado dedicado a conclusiones, donde se recomienda una regulación legal de la materia de carácter vinculante y no voluntaria

PALABRAS CLAVE: Análisis del Ciclo de Vida, Ecoetiquetado, Declaraciones, Medioambientales, Edificación, Materiales de Construcción

ABSTRACT

This study aims to review the state of knowledge of the environmental assessment systems applied in the Spanish construction, based primarily on the methodology of LCA; therefore, will analyze its structure and other applications through ecolabelling, demonstrating in Spain that their implementation is almost non-existent except for some studies developed ceramic materials; and also analyzes your application in the construction materials, as well as their systems of environmental declarations within the European Union; to finish with a section devoted to conclusions, which recommends a legal regulation of the matter binding and not voluntary

KEYWORDS: Life Cycle Assessment, Ecolabelling, Environmental Informations, Construction, Building Materials

1. Este estudio constituye un extracto del capítulo 4 de la tesis doctoral titulada: «El impacto ambiental en la construcción industrial. Criterios para una construcción sostenible», defendida el 10 de mayo de 2007 en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

2. Arq., Lic. Derecho, Dr., Profesor, Facultad de Derecho de la Universidad Nacional de Educación a Distancia en España.

fiarenas@deruned.es

1. INTRODUCCIÓN

En España, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) constituye por excelencia el instrumento, de carácter preventivo y obligatorio, por el cual se analizan y evalúan los impactos que determinado proyecto causa al medio ambiente. Sin embargo, la actual estrategia impulsada por los países más avanzados -acerca de la consecución de un desarrollo sostenible, y por lo que aquí interesa para una construcción sostenible- pretende comprometer en la protección ambiental al conjunto de todos los agentes sociales, a los que se va a exigir una participación más activa en dicha protección, empleando para ello un abanico más amplio de instrumentos.

Entre las técnicas o instrumentos utilizados para incorporar la variable ambiental en las organizaciones, destacan los importados del propio mundo empresarial, de los sistemas relacionados con la calidad y la seguridad industrial. Es el caso de los sistemas de normalización y certificación industriales y el sistema de la auditoría -como instrumento de autocontrol y de mejora de los procesos industriales-.

En la Unión Europea, la introducción de sistemas de gestión encaminados a mejorar los resultados ambientales de las organizaciones y su sometimiento a un sistema de ecoauditorías, no se ha impuesto aún con carácter obligatorio, sino que se ha promovido su cumplimiento voluntario mediante mecanismos de incentivo, si bien es muy probable que en un futuro no muy lejano, la implantación de los sistemas de ecogestión y ecoauditoría resulte obligatoria.

El sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS, de eco-management and audit scheme), regulado en el Reglamento 761/2001, incorpora en su articulado, las disposiciones contenidas en la norma ISO 14001: 1996 sobre sistemas de gestión ambiental, especificaciones y directrices para su utilización.

Existen, asimismo, otros instrumentos y técnicas más novedosos, como los de certificación y distinción de productos que acreditan el cumplimiento de determinadas características de calidad ambiental, es el caso de las denominadas "etiquetas ecológicas" o "ecoetiquetas", cuya regulación se contiene en el Reglamento 1980/2000, relativo a un sistema comunitario revisado de concesión de etiqueta ecológica.

Ahora bien, la mayoría de estos instrumentos o herramientas de gestión ambiental se encamina, de algún modo, al Análisis del Ciclo de Vida del producto (en adelante, ACV). En dicho análisis, se estudian los impactos que se generan desde su fabricación hasta su eliminación; por eso, se suelen denominar también análisis de la cuna a la tumba (cradle to grave).

Por lo que atañe a los sistemas de evaluación ambiental empleados en España, en concreto la metodología del ACV, es necesario subrayar su casi nula aplicación a la Edificación, a excepción de determinados estudios desarrollados con materiales cerámicos. Lo cierto es que se carece de un inventario propio para poner en práctica dicha metodología: ni las administraciones públicas ni el sector privado dedican financiación suficiente para investigar los impactos que se producen en la edificación y, en concreto en los materiales de construcción.

Y en lo que se refiere a las ecoetiquetas, pocos son los materiales de construcción que ostentan dicho galardón, tan solo barnices, bombillas eléctricas, mobiliario, pinturas y tejas cerámicas.

El presente estudio tiene por objeto examinar el estado del conocimiento de los sistemas de evaluación ambiental aplicados en la edificación española, basados fundamentalmente en la metodología del ACV; para ello, se analizan su estructura y otras aplicaciones mediante el ecoetiquetado; asimismo, se analiza su aplicación a los materiales de construcción, así como sus sistemas de declaración medioambiental en el ámbito de la Unión Europea; y se finaliza con un apartado dedicado a conclusiones.



2. SISTEMAS DE EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL

En primer lugar, se debe señalar la distinción existente entre los sistemas de gestión o evaluación medioambiental de los sistemas de información o declaración medioambiental. Los primeros son instrumentos o herramientas cuyo objeto es promover mejoras continuas de los resultados ambientales, fundamentalmente a través de la metodología del ACV asociado a un producto, proceso o actividad.

Por su parte, los sistemas de información o declaración ambiental tienen por objeto facilitar al público y a otras partes interesadas, información medioambiental respecto del impacto y el comportamiento ambiental del producto, proceso o actividad.

Hecha esta matización, se debe subrayar que los sistemas de gestión ambiental, además de prever las medidas necesarias para el cumplimiento de la normativa medioambiental, deben definir sus objetivos y procedimientos destinados a la mejora continua de sus resultados ambientales, identificando, interpretando, valorando y previniendo los efectos que la actividad produce sobre el medio ambiente, analizando y gestionando los riesgos en que pudiera incurrir la organización (Conesa, 1995).

Los instrumentos, técnicas o herramientas que se emplean para gestionar el medio ambiente pueden clasificarse, en atención a la perspectiva temporal de su aplicación, en dos tipos: *preventivos* y *correctivos* (Gómez, 1994). Los primeros se aplican cuando se abordan nuevos procesos o servicios; y, los segundos, a procesos ya en funcionamiento.

Los instrumentos preventivos pueden ser a su vez indirectos y directos. Entre los primeros, cabe destacar la investigación, la experimentación, la sensibilización ambiental, la educación ambiental, la formación, la difusión de las tecnologías de prevención, etc. Se incluyen en los segundos, la planificación, el diseño de proyectos y actividades con criterio de integración ambiental, y la evaluación de impacto ambiental (EIA).

Respecto a los instrumentos de gestión ambiental de tipo correctivo, se clasifican en tres grupos, a saber: a) distintivos, como el ecoetiquetado; b) fedatarios, como el sistema de ecogestión y ecoauditoría (EMAS); y c) ejecutivos, como pueden ser las técnicas de conservación, mejora, rehabilitación y puesta en valor de los recursos medioambientales.

Ahora bien, identificados los tipos de instrumentos o técnicas de gestión o evaluación medioambiental, se debe señalar que todos los sistemas de producción, procesos o servicios poseen un ciclo de vida, estructurado de forma sistemática, desde un principio hasta un final.

En este sentido, el *ciclo de vida del proceso edificatorio*, como no podía ser de otra manera, presenta los mismos parámetros que cualquier otro proceso o actividad (Arenas, 2007). Genéricamente, su ciclo de vida se compone de varios subsistemas interrelacionados, cuyo inicio se corresponde con la adquisición de materias primas, pasando por otros procesos intermedios, y su final coincide con los residuos cuando son llevados a vertederos. La Figura 1 representa, de forma gráfica, el concepto y alcance del ciclo de vida de la actividad de la edificación.

El estudio exhaustivo de estas interrelaciones exigirá el empleo de las técnicas adecuadas al objeto de cuantificar y valorar sus causas y efectos. Las herramientas a emplear tendrán en consideración, tanto los parámetros cuantificables como los de difícil cuantificación; en los primeros, se incluyen los relacionados con el consumo de materias primas, consumo de agua y energía, residuos sólidos, etc., y cuyo estudio corresponde al método conceptual del ACV; en los segundos, será necesario el empleo de otras herramientas al efecto, para evaluar los riesgos potenciales, impactos visuales del entorno o escasez de recursos (Álamo, González y Sumpsi, 1998).



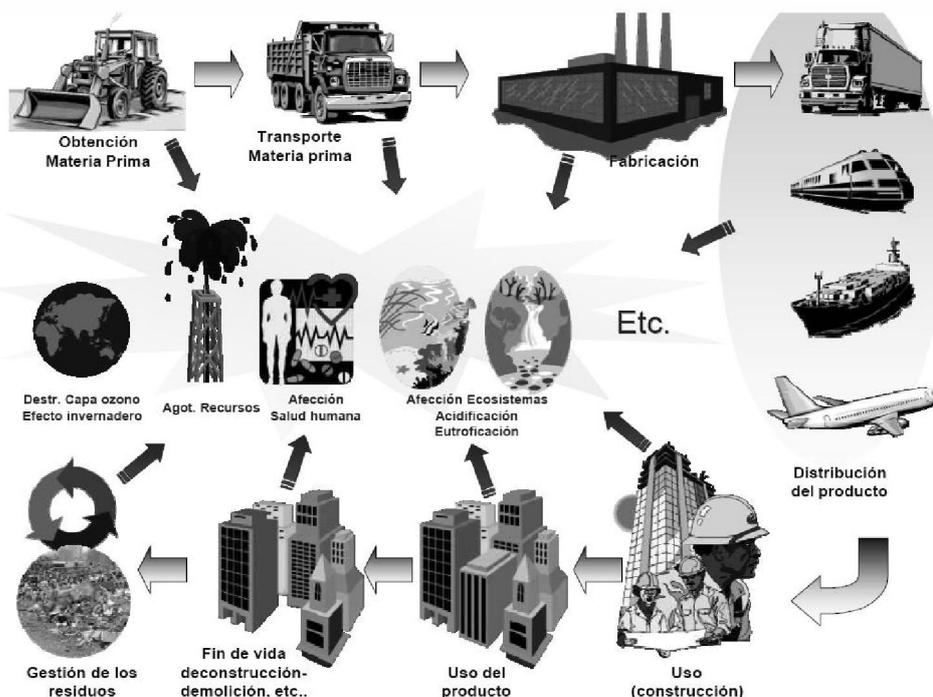


Figura 1.- Ciclo de vida de la actividad edificatoria

La Tabla 1 muestra, según la Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), algunas de las herramientas o instrumentos disponibles para la evaluación medioambiental de sistemas de producción o producto, debiendo destacarse que cada una de ellas analiza el problema con diferentes resultados, si bien en algunos casos se complementan.

Por razones obvias, nos centraremos en la metodología del análisis del ciclo de vida - herramienta útil para la gestión medioambiental de sistemas de producción que nos facilita identificar el foco del problema, optimizar el uso de los recursos materiales o energéticos y gestionar los residuos producidos; asimismo, nos permite comparar dos o más productos alternativos que tengan una misma finalidad en su aplicación- sin entrar en el estudio de las otras herramientas, que si bien emplean una técnica similar al ACV, examinan por el contrario otros parámetros o componentes.

Ahora bien, sería recomendable un análisis detallado de todas las herramientas con sus puntos fuertes y débiles al objeto de seleccionar aquella que mejor valore los impactos medioambientales de un producto o actividad (Fullana, 1996).

Tabla 1.- Herramientas análogas empleadas en los sistemas de gestión ambiental

RA -Risk Assessment	<i>Análisis de riesgos ambientales</i>
EIA -Environmental Impact Assessment	<i>Estudio de Impacto Ambiental</i>
EAu -Environmental Auditing	<i>Auditoría ambiental</i>
EPE -Environmental Performance Evaluation	<i>Evaluación del comportamiento ambiental</i>
SFA -Substance Flow Analysis	<i>Análisis del flujo de sustancia</i>
EMA -Energy and Material Analysis	<i>Análisis de material y energía</i>
ISCM -Integrated Substance Chain Manag	<i>Gestión integral de sustancia</i>
PLA -Product Line Analysis	<i>Análisis de línea de producto</i>
LCA -Life Cycle Assessment	<i>Análisis del ciclo de vida</i>

La Tabla 2 resume, conforme a la SETAC, los objetivos, puntos fuertes y débiles de cada una de las herramientas descritas, donde puede apreciarse el valor añadido del LCA o ACV como instrumento para gestionar los aspectos medioambientales.

Herramienta	Objetivos generales	Puntos fuertes	Puntos débiles
RA	Valorar los efectos adversos asociados a una situación específica de riesgo y sus interrelaciones con la salud humana y el medio ambiente	Evalúa los efectos locales y regionales bajo condiciones específicas	Consumo mucho tiempo y recursos. No es capaz de apuntar la ubicación del riesgo a lo largo del ciclo de vida
EIA	Evaluar los impactos positivos y negativos sobre el medio ambiente de un determinado proyecto	Calcula efectos positivos como negativos. Considera los impactos locales de un proyecto	No determina fácilmente la ubicación de un efecto global/regional u otros efectos a lo largo del ciclo de vida
Eau	Verificar la conformidad con determinados requisitos normativos vigentes mediante chequeo realizado por terceros	Permite que terceras personas independientes comprueben los resultados	Enfoca una conformidad y enfatiza en término medio de más débil que de mejora
EPE	Facilitar información fiable, objetiva y contrastable acerca del comportamiento medioambiental de una determinada organización	Proporciona coeficientes de comportamiento medioambiental asociados a políticas objetivas y fines preestablecidos	Proporciona coeficientes de comportamiento relativos y no absolutos
SFA	Contabilizar el suministro y la demanda de una sustancia específica que fluye a través del proceso de producción	Tiene en consideración el impacto potencial determinado a lo largo del ciclo de vida	El enfoque sobre una única sustancia permite inducir a falsos resultados
EMA	Calcular el balance energético y material asociado con una operación específica	Proporciona una vía estructurada de identificación y valoración de un impacto potencial de operaciones	Enfatiza sólo una fase del ciclo de vida
ISCM	Calcular y reducir globalmente el impacto medioambiental de una determinada sustancia asociada	Permite hacer valoraciones económicas y medioambientales, de forma integrada, en una misma herramienta	La valoración simplificada empleada se traduce en respuestas igualmente simplificadas
PLA	Evaluar potencialmente el impacto medioambiental, social y económico de un bien o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida	Integra aspectos medioambientales, económicos y sociales dentro de una sola herramienta	No valora específicamente los impactos locales
ACV	Conocer el perfil medioambiental de un sistema o producto. Identificar prioridad de mejoras. Asegurar mejoras en el ciclo de vida	Analiza impactos globales y regionales. Permite estimar los impactos que influyen en la salud de la sociedad	No determina el carácter temporal o espacial de un determinado efecto

Tabla 2.- Aspectos generales de las herramientas para la gestión ambiental

3. EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV)

El ACV (conocido internacionalmente como LCA, *Life Cycle Assessment*) tiene su origen en los años setenta, como resultado de la crisis del petróleo, cuando se realizan diversos estudios energéticos para valorar la eficiencia de determinadas fuentes de energía. Desde entonces, se ha convertido en uno de los métodos más reconocidos y aceptados internacionalmente para evaluar, disminuir y mejorar los impactos ambientales de un producto, proceso o actividad, teniendo en consideración su completo ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta el depósito final de los residuos generados (Ayala, 2000).

El ACV es una herramienta de gestión que permite la toma de decisiones, fundamentalmente desde un punto de vista medioambiental. Básicamente, consiste en un conjunto de técnicas articuladas en un procedimiento objetivo y sistemático para identificar, clasificar y cuantificar los impactos ambientales, los recursos materiales y energéticos asociados a un producto, proceso o actividad, desde su inicio hasta su eliminación. El ciclo de vida de un producto abarca desde la extracción y procesamiento de materias primas, pasando por la fabricación, transporte, distribución, utilización, reutilización, mantenimiento, reciclaje y el depósito de los residuos (Fullana y Puig, 1997).

La aceptación del ACV por la mayoría de los agentes sociales implicados en la protección del medio ambiente, permite al legislador y a la industria la toma de decisiones acerca de qué productos, procesos o servicios son compatibles o más respetuosos con el medio ambiente; a los legisladores, porque pueden elaborar instrumentos legislativos, económicos o voluntarios, por ejemplo, para reducir el uso de algunas sustancias o para modificar la relación coste-beneficio de las distintas soluciones técnicas que se ofrezcan mediante la creación de impuestos medioambientales, o finalmente para establecer con carácter voluntario el certificado de calidad ecológica o ecoetiquetados y ecoauditorías, al objeto de promocionar y potenciar aquellos productos, procesos o actividades que generen un menor impacto medioambiental; y, por último,

a la industria porque el ACV representa un verdadero proceso que posibilita, en sus distintas etapas o fases, la identificación o localización de los puntos críticos, cuya modificación se traduce en una mejora del producto o proceso.



3.1. Definición y estructura del ACV

La SETAC define el análisis del ciclo de vida como un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía como los vertidos de todo tipo al entorno; para determinar el impacto del uso de materia y energía y de los vertidos al medio ambiente; y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.

El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas siguientes: extracción y procesamiento de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y eliminación final.

Desde un punto de vista normativo, la norma española UNE 150-040:1996 viene a definir este instrumento como sigue: «El ACV es una recopilación y evaluación, conforme a un conjunto sistemático de procedimientos, de las entradas y salidas de materia y energía, y de los impactos ambientales potenciales directamente atribuibles a la función del sistema del producto a lo largo de su ciclo de vida».

El Comité Técnico de Normalización 150 de AENOR (AEN/CTN 150) es el responsable de normalizar las materias relacionadas con la gestión ambiental. En este sentido, la citada norma UNE 150-040 lleva por título «Análisis de ciclo de vida -Principios generales-».

En España, el principal organismo de normalización y certificación industrial es la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), entidad sin ánimo de lucro, de carácter privado y de ámbito nacional que representa a España en el seno de la ISO (*International Organization for Standardization*, Organización Internacional de Normalización) en relación con la elaboración de las normas internacionales sobre el ACV.

Por su parte, ISO -autoridad en materia de normalización industrial aceptada en todos los Estados- pretende unificar criterios cuando elabora sus normas con el objeto de facilitar su intercambio. A este respecto, la norma relacionada con el ACV es la ISO 14.040:1997.

En cualquier caso, es necesario señalar que la normalización determina las características o especificaciones técnicas (la «norma») que debe reunir un determinado producto o servicio. Sin embargo, y así lo establece la Ley de Industria española (Ley 21/1992, de 16 de julio), su carácter no es vinculante, cuando define la norma como una «*especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba un Organismo reconocido, de ámbito nacional o internacional, por su actividad normativa*».

El objeto del ACV, por tanto, consiste -por lo que se refiere a los materiales o al proceso constructivo- en identificar, valorar y cuantificar las cargas o impactos ambientales asociados a un producto a lo largo de todo su ciclo de vida; esto es, desde la extracción de las materias primas hasta el depósito final de los residuos. Para ello se han recogido en la serie de normas ISO 14040:1997 toda la metodología relativa al ACV, debiéndose resaltar que éste es el único método reconocido para la evaluación medioambiental de productos o procesos.

El ACV propuesto en la ISO 14040 se compone de cuatro *elementos básicos o fases* (como se aprecia en la Figura 2) interactivas entre sí:

1 Definición de objetivos y alcance. Esta primera fase del ACV tiene como objetivos agrupar dos tipos de informaciones de carácter descriptivo para establecer las metas del estudio: a determinadas cuestiones o preguntas se buscan respuestas, definiéndose compromisos y responsabilidades para garantizar el empleo correcto de los resultados; y estableciéndose, como alcance, límites de carácter temporal y espacial para el estudio.

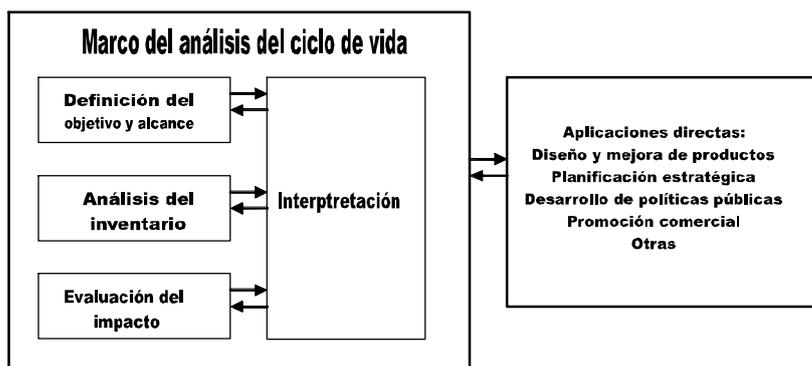


Figura 2.- Fases del ACV conforme a la ISO 14040:1997

2 Análisis del inventario de ciclo de vida. En esta fase, se identifican y cuantifican los aspectos o cargas medioambientales a lo largo del ciclo de vida del producto, inventariando las emisiones al aire, agua y suelo, así como el consumo de recursos (materiales y energía) en todas y cada una de las fases del ciclo de vida.

En el Inventario de Ciclo de Vida (ICV), la parte más científica y objetiva de un ACV global, se deben definir los siguientes conceptos:

- Sistema del Producto: Fijando y justificando con precisión los límites del sistema; esto es, el conjunto de procesos unitarios o etapas del ciclo de vida que van a ser tenidos en cuenta en el inventario. Definido el sistema del producto, las cargas medioambientales son las interacciones (entradas y salidas) del sistema con el medio ambiente

- Unidad funcional: Los datos del ICV deben referirse a una unidad común; esto es, a la unidad funcional que debe relacionarse con la utilidad del producto. Las unidades funcionales más frecuentes son del tipo «metro cuadrado de superficie para un periodo de cinco años»

3 Evaluación de impactos de ciclo de vida. Esta tercera fase tiene por objeto valorar los resultados del análisis del inventario del producto, cuantificando los posibles impactos medioambientales, tanto globales, regionales como locales. Así, cada una de las distintas cargas ambientales (las interacciones -entradas y salidas- con el medio ambiente) cuantificadas en el ICV son causa de uno o varios impactos ambientales: por ejemplo, la emisión de CO₂ es causa del efecto invernadero.

Con arreglo a la ISO 14042: 2000, los *elementos* que componen la valoración del impacto del ACV, son los siguientes:

- *obligatorios*, debiendo cumplir los tres pasos siguientes: selección y definición de las categorías de impactos, indicadores de categoría y modelos; asignación de los resultados del análisis del inventario, denominada *clasificación*; y cálculo de los indicadores de categoría, denominado *caracterización*

- *opcionales e informaciones*, constan de tres etapas: *normalización*, que es la más importante, en la que se determina la magnitud de cada categoría de impacto caracterizada, teniendo en consideración valores de referencia; agrupación y puntuación

4 Interpretación de los resultados. El ACV puede concluir en el ICV, en la fase de evaluación de impactos o bien establecer un valor numérico final obtenido a partir de la ponderación de los impactos que con anterioridad han sido cuantificados. Sin embargo, debe destacarse que las fases segunda y tercera, o las fases de ICV y de evaluación, tan sólo nos facilitan información vectorial; por tanto, es necesario analizar e interpretar con criterios comparativos dicha información al objeto de establecer conclusiones.

La valoración final de un ACV exige la agregación, con arreglo a unos criterios de ponderación, de los resultados obtenidos en la fase anterior; esto es, en la fase de evaluación de

impactos. Pero lo cierto es que, como reconoce la ISO, no existe una base científica para traducir los resultados del ACV en una única calificación global; del mismo modo que el ACV no determina -como se pone de relieve en los puntos débiles de la Tabla 2 relativa a las distintas herramientas para la gestión ambiental- el carácter temporal o espacial de un determinado efecto.

En este sentido, es necesario resaltar que un determinado impacto o categoría de impactos puede tener una lectura variable a tenor del factor espacial o geográfico; es decir, que la gravedad de un determinado impacto puede repercutir de forma distinta de unas regiones a otras, en función de la situación socio- económica, de las condiciones ambientales o de los recursos naturales; al igual que los resultados de un ACV dirigidos a ámbitos globales o regionales se antojan inapropiados para su aplicación en el ámbito local.

Expuestas las fases de que consta la metodología del ACV, sólo nos resta citar, para concluir este apartado, el soporte informático aplicado al ACV. A este respecto, cabe reseñar que el ACV de un producto exige multitud de datos inventariados, variadas operaciones de cálculo aplicados a los factores de caracterización, índices de categorías..., por lo que se facilitará su laboriosa tarea con el soporte de sistemas informáticos, eso sí, para aquellos productos o procesos de la construcción, por lo que aquí interesa, que gocen de trazabilidad en todo su ciclo de vida, infrecuente en este sector. La Tabla 3 nos muestra algunos sistemas informáticos específicos para ACV aplicados a los materiales y sistemas constructivos.

Tabla 3.- Programas de ACV para productos de la construcción

PROGRAMA	OBJETO	ORGANIZACIÓN	PAÍS
<i>ATHENA</i>	Materiales y sistemas constructivos	ATHENA Sustainable Materials Institute	Canadá
<i>ECOQUANTUM</i>	Sistemas constructivos	Pré Consultants	Holanda
<i>ENVEST</i>	Sistemas constructivos	BREBritish Research Establishment	Reino Unido
<i>EQUITY</i>	Sistemas constructivos	Centre Scientifique et Technique Batiment	Francia
<i>LCA-HOUSE</i>	Sistemas constructivos	VTT-Building Technology	Finlandia

3.2. Aplicaciones del ACV: el ecoetiquetado

Fundamentalmente y con carácter general, el ACV, como herramienta de gestión medioambiental, puede ser aplicado tanto por la empresa privada como por la administración.

Antes de analizar dicha aplicación en estas organizaciones, es necesario recordar que los sectores que generalmente intervienen en todo ACV son los siguientes: los envases y embalajes, los materiales y residuos, el transporte y la gestión de residuos. Asimismo, el ACV se aplica fundamentalmente en determinados sectores económicos, a saber: agroalimentario, electrónica y electrodomésticos, automoción, *construcción y demolición*, químico y otros sectores.

Por lo que concierne a la empresa privada, debe indicarse que en la actualidad existe un amplio abanico de factores que favorecen el desarrollo de estrategias ambientales a través del ACV. Entre ellos, cabe citar los que siguen: reducción de costes, procedentes de la incorporación de programas de minimización de residuos, reducción del consumo de materias primas y ahorro energético; mejor conocimiento sobre las materias primas a utilizar. Ahora bien, se debe apuntar que la gran mayoría de los ACV elaborados por las empresas privadas son confidenciales, y los que se hacen públicos -el 5% de los ACV realizados- tienen finalidades proteccionistas.

Por su parte, la Unión Europea, como Administración Pública, hace uso de esta herramienta en gran parte de su normativa medioambiental, a saber: legislación sobre envases, evaluación de impacto ambiental, sistema de ecogestión y ecoauditoría ambiental y *ecoetiquetado*, al que se dedicará mayor atención.

El ecoetiquetado es un instrumento de incentivo económico para la protección del medio ambiente, consistente en la concesión de un logotipo de aprobación a aquellos productos que, tras un proceso voluntario de evaluación basado en criterios concretos, demuestren un impacto ambiental más reducido que productos similares (Serrano, 1995).

El ecoetiquetado -regulado por el Reglamento 1980/2000, del Parlamento Europeo y del Consejo, del 17 de julio de 2000, relativo a un sistema comunitario revisado de concesión de etiqueta ecológica, obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro- tiene por objetivo, con arreglo a su artículo 1, «promover productos que puedan reducir los efectos ambientales adversos, en comparación con otros productos de la misma categoría, lo que se efectuará proporcionando a los usuarios orientación e información exacta y con base científica sobre dichos productos».

Asimismo, el Reglamento determina los criterios metodológicos de acuerdo con los objetivos y principios generales, y ha de precisar, para *cada una de las fases del ciclo de vida del producto*, los requisitos ambientales que se considera que le capacitan para aportar mejoras significativas en relación a cada uno de los aspectos ambientales clave sobre los que dicho producto puede incidir.

En la actualidad, estos criterios se han aplicado a los productos o categorías de productos siguientes: barnices, bombillas eléctricas, mobiliario, pinturas y tejas cerámicas (Samitier, 1995).

En España, AENOR- MEDIO AMBIENTE ha creado su propia etiqueta ecológica, otorgándose con criterios análogos a los de la ecoetiqueta comunitaria, o sea, valorando las incidencias sobre el medio ambiente que un producto puede producir durante todo su ciclo de vida, de conformidad con los criterios ecológicos fijados por AENOR. A este respecto y en relación con productos o materiales de construcción, AENOR ha establecido criterios ecológicos para pinturas y barnices (UNE 48300:1994 EX) (Tejero, 1994).

Igualmente, las Comunidades Autónomas, como Cataluña, La Rioja y Murcia, han creado un distintivo de calidad ambiental propio, siguiendo las líneas del sistema de la ecoetiqueta comunitaria y que se puede conceder, conforme a los criterios ecológicos establecidos al efecto, a los productos que se fabriquen o comercialicen en las respectivas comunidades.

Finalmente, por lo que concierne a los materiales de construcción, una gran parte de su impacto ambiental está relacionado con la gestión de residuos derivados de la construcción, por lo que es necesario llevar a cabo derribos selectivos, confeccionar diseños en las construcciones que faciliten su demolición, reducir la diversificación en los materiales, etc. Sin embargo, estos parámetros señalados no son objeto de estudio en los sistemas de ecoetiquetado.

Básicamente y a tenor de los sistemas de ecoetiquetado comparados «Angel Azul», de Alemania, «Cisne Blanco», del Consejo Nórdico, «Environmental Choice», de Canadá, «Ecoetiqueta de la Unión Europea», y «Distintivo de garantía de calidad ambiental», de Cataluña; los *requisitos exigidos* relacionados con los *materiales de construcción* son los que siguen:

1) *Utilización de material recuperado y reciclado.* Los materiales incluidos son muy diversos (vidrio, papel, plástico o yeso), y las aplicaciones van desde la utilización de algunos de ellos como aislantes térmicos y/o acústicos a la fabricación de papel pintado, conducciones de desagüe, etc.

2) *Utilización de productos de bajo impacto.* Destacan fundamentalmente el empleo de pinturas y barnices con bajo contenido en compuestos orgánicos volátiles y la utilización de dispositivos que permitan la reducción del consumo de agua

3) *Ahorro energético.* El uso de sistemas que mejoren la capacidad aislante (ventanas multicapas, ventilación con recuperación de calor) disminuyendo el consumo de energía o la incorporación de energías renovables como la solar

4) *Otros.* El sistema de ecoetiquetado alemán prevé una categoría para el desarrollo de maquinaria de construcción de baja emisión de ruido

Por último, cabe señalar que los sistemas de ecoetiquetado reseñados presentan algunas diferencias en la orientación de sus programas. Así, los sistemas alemán, canadiense y catalán centran sus requisitos básicamente en el ahorro de recursos y la reutilización de los materiales contenidos en los residuos. Por el contrario, los sistemas nórdico y comunitario tienen como objetivo prioritario el estudio de los impactos del producto en sus distintas etapas, orientado más en los aspectos globales que en los locales.



3.3. El ACV y su aplicación en la edificación

El ACV viene siendo reconocido, no sin razón, como la herramienta más adecuada para la recopilación y valoración de los flujos de entradas y salidas e impactos potenciales de un sistema de producción o servicio a lo largo de su ciclo de vida. No obstante, esta metodología se encuentra en proceso de evolución y su normalización internacional se consolida por la vía de las normas ISO 14.040, antes mencionadas.

Es necesario señalar, no obstante, que su *aplicación* a la edificación, en general, no resulta fácil, dado que el ciclo de vida completo de los materiales (productos) de construcción depende de determinados elementos de difícil ponderación, tales como variables espaciales y temporales, así como la propia estructura del sector, donde los agentes intervinientes son múltiples y variados. Por ello, resulta complejo elaborar un análisis completo del producto desde la óptica medioambiental, y se justifique que determinados estudios se concentren en ciertas fases de su ciclo de vida o se relacionen con el ciclo de vida de algunos materiales empleados en la edificación.

El ACV del producto de la construcción permite visualizar las interrelaciones a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la estructuración de un sistema o proceso, donde se representen todas las fases que constituyen dicho sistema: desde su inicio (cuna) hasta su fin (tumba). Este procedimiento posibilita la gestión sistemática de aspectos técnicos, económicos o medioambientales, facilitando asimismo su interpretación tanto de forma global como retrospectiva o prospectiva (Cardim, 2001).

Genéricamente, el ACV es un sistema que viene representado por flujos de entradas (materias primas, energía...) y salidas (productos acabados o inacabados y residuos) en cada subsistema o fase, cuyos resultados se canalizan en función de las distintas estrategias de mercado existentes; por ejemplo, y por lo que aquí interesa, para minimizar el impacto producido al medio ambiente.

En otro orden de cosas, se debe subrayar que el ACV *aplicado* a la Edificación se caracteriza, respecto de otros procesos industriales, porque aquél ejecuta sus procesos *in situ*, en el lugar donde se va a llevar a cabo la construcción, cuyas notas más relevantes serán la temporalidad y la espacialidad; concluida la obra, queda incorporada a un nuevo espacio con vocación de permanencia, si bien limitada en el tiempo. Por el contrario, otros procesos industriales ejecutados en serie y vinculados íntimamente a plantas fijas permiten que sus productos obtengan un ciclo de vida más corto, pero más intenso, y en consecuencia más completo y mejor definido.

En la práctica, el ACV se ha empleado en la selección de los mejores procesos ambientales y de recursos en la gestión integrada y tratamiento de los residuos de construcción y demolición de edificios. Asimismo, su aplicación es válida para el diseño o rediseño de productos (edificación y rehabilitación) más respetuosos con el medio ambiente. El objeto de esta metodología aplicada a la edificación -desde la selección de materiales, fase de construcción, uso y demolición- es la minimización de las emisiones al medio ambiente, el ahorro de recursos y energía (Mañà, 1996).

4. EL ACV Y SU APLICACIÓN EN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los materiales de construcción, desde una perspectiva técnica, no han evolucionado en la misma línea ascendente que los materiales primarios de otros sectores industriales, como el electrónico o automovilístico. Ello obedece a razones históricas y socioculturales propias de este sector, donde las características predominantes han pasado -no sin dificultad- del uso y empleo de materiales naturales y locales hacia productos industrializados (Josa, Aguado y Gettu, 1997).

Ahora bien, desde una óptica política se va teniendo conciencia de la importancia del sector de los materiales de construcción. A tal efecto, el Consejo de las Comunidades Europeas vino a aprobar la *Directiva 89/106/CEE*, del 21 de diciembre de 1988, relativa a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre *Productos de Construcción*. Esta Directiva, cuya elaboración se recogía en el Libro Blanco sobre la consecución del mercado interior, tenía por objeto eliminar barreras técnicas y potenciar la libre circulación de los productos de construcción.



La Directiva -que se transpone a nuestro ordenamiento jurídico a través del Real Decreto 1630/92, de 29 de diciembre, de libre circulación de productos de construcción- vino a establecer, en su Anexo I, seis «requisitos esenciales» para los productos de construcción, uno de los cuales, el tercero se relacionaba con la «Higiene, salud y medio ambiente», lo que supuso que los aspectos medioambientales ya se incluían como requisito a considerar en el sector de la Construcción.

El interés y la preocupación por los impactos medioambientales de los productos de construcción ya ha crecido desde entonces de forma muy significativa (Anink, 1996; Fábregas, 1998), y en la actualidad está muy consensuada la necesidad de introducir mejoras en el comportamiento medioambiental de los materiales de construcción, haciendo pública toda la información relativa a su comportamiento.

Posteriormente, el VI Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, aprobado por Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo, el 22 de julio de 2002 (nº 1600/2002/CE) viene a potenciar e impulsar la información medioambiental para todo tipo de productos. A este respecto, se debe subrayar que una comunicación reciente de la Unión señala que «los Estados miembros y las empresas deberán introducir en los próximos años, esquemas (sistemas) de información medioambiental para todo tipo de productos y la Comisión estimulará la implementación de dichos sistemas en el marco de una Política de Productos Integrada».

A este respecto, la Comisión hace público el Libro Verde sobre la Política de Productos Integrada [COM (2001) 68 final, del 7 de febrero], replanteando la política medioambiental relacionada con los productos, al estimar necesaria la reducción de los efectos medioambientales de los productos *durante su ciclo de vida* y proponer el uso de criterios y sistemas de evaluación medioambiental de los productos; de forma que analicen todo el ciclo de vida: desde la extracción de las materias primas hasta la gestión de residuos, pasando por la producción, distribución y utilización.

Por ello, el Libro Verde considera muy relevante la «información medioambiental», para que el usuario intermedio o final obtenga información acerca de las características o comportamientos medioambientales de los productos que circulan en el mercado y que su propia capacidad de elección dirija la demanda hacia productos más respetuosos con el medio ambiente.

4.1. Sistemas de declaración medioambiental en el ámbito de la Unión Europea

Con carácter previo al estudio de estos sistemas de declaración medioambiental, se debe señalar una vez más que su objeto se centra en la información al usuario, intermedio o final, en torno a las características medioambientales de los productos de construcción disponibles en el mercado y que oriente la demanda hacia productos medioambientalmente correctos (Ilafa, 2004).

La ISO ha desarrollado a través del grupo de normas 14020 un régimen básico de etiquetado y declaración medioambiental, como se puede apreciar en la Tabla 4, estableciendo tres Tipos, a saber:

- Tipo I:* Etiquetas ecológicas verificadas por terceros conforme a unas especificaciones/ requisitos, basadas normalmente en el ciclo de vida del producto y dirigidas al usuario final
- Tipo II:* Autodeclaraciones medioambientales de los fabricantes, sin verificación ni certificación por terceros, de bajo crédito
- Tipo III:* Declaraciones medioambientales verificadas y certificadas por terceros, basadas en el ACV, y que permiten la comparación entre productos

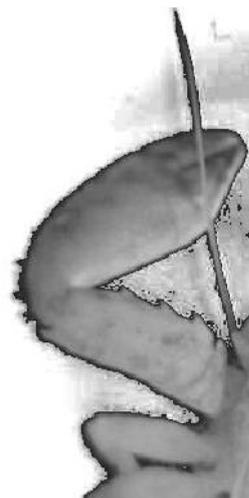


Tabla 4.- Tipos de Etiquetado/Declaraciones Medioambientales (ISO)

Fuente: Conference «Environmental Information on Construction Products. Current initiatives in Europe and their potential for harmonization». Bruselas, 16 de mayo de 2001. CEMPC/ENBRI/SETAC

	TIPO I ISO 14024	TIPO II ISO 14021	TIPO III ISO TR 14025
Características principales	Las declaraciones Tipo I se basan en criterios establecidos por terceros partes y se aplican a diversos tipos de productos, estando basadas en los impactos del ciclo de vida de los productos. El órgano que los concede puede ser una organización gubernamental o una entidad no lucrativa privada (p.e.: UE Eco-label, Cisme)	Las declaraciones Tipo II están basadas en declaraciones propias de los productores. Existen numerosos ejemplos de estas declaraciones (p. e.: "Fabricado a partir de un X% de material reciclado")	La declaración Tipo III consiste en información cuantitativa del producto, basada en los impactos del ciclo de vida, que se presentan en un formato que permita la comparación entre productos
Usuarios	Normalmente, para el consumidor final, para productos de consumo de bajo a medio precio cuando la decisión de la compra sea rápida	Normalmente, para el consumidor final, para productos de consumo de bajo a medio precio cuando la decisión de la compra sea rápida	Normalmente, para compras de empresa a empresa También para productos de consumo de elevado precio (p. ej.: Volvo S80)
Obligación de una verificación por terceros	Sí	No	Sí P. e.: a través de una revisión crítica (conforme a la sección 7.3.3 de la ISO 14040) llevada a cabo por una sección de expertos independientes de los productores, de los que se realizan el ACV y del titular del sistema
Obligación de una certificación por terceros	Sí ISO no fija el procedimiento	No Aunque no lo excluye, p. e. Gutesiegel certificado por el RAL	Opcional Aunque muchos programas actuales lo requieren
Ventajas	Demuestra la «excelencia medioambiental» del producto sin entrar en detalles, siendo por tanto útil para la mayoría de los productos de consumo, especialmente para los productos de precio medio Alta transparencia Alta concienciación de los consumidores		Puede aplicarse a todos los productos, no sólo a aquellos con «excelencia medioambiental» Los usuarios últimos pueden comparar las declaraciones y elegir el producto bajo su propio criterio de selección Cuando se aplica a componentes individuales de un producto acabado, la información suministrada puede ser esencial para el ACV del producto final
Inconvenientes	Ya que los criterios y la información previa no son conocidos por el usuario de la etiqueta, el sistema no es adecuado para el desarrollo de productos o para la gestión del ciclo de vida de los productos Los productos Sistema de Pasa/No pasa	Baja credibilidad Bajo contenido de información	Los juicios de valor para determinar la importancia de los impactos pueden ser subjetivos

Sin discusión alguna, las declaraciones medioambientales del Tipo III son las que encuentran mayor aplicación y utilidad en el sector de los materiales de construcción, en el ámbito de la Unión Europea.

Planteadas estas consideraciones, es necesario indicar que, por lo que respecta a los sistemas empleados para la Declaración Medioambiental de Productos de Construcción en la Unión Europea, diversos Estados han desarrollado sistemas basados en el ACV con un enfoque básico análogo, pero con significativas diferencias en su aplicación concreta (Labein, 2002).

En el caso del Reino Unido, el centro BRE (Building Research Establishment) viene desarrollando e implantando un sistema de DMAPC (Declaración medioambiental de productos

de construcción) denominado Perfil medioambiental de productos de construcción (Environmental Profile of Construction Products), que consiste en una declaración medioambiental con un objetivo doble:

- Obtener datos del inventario del ciclo de vida (inputs/outputs)
- Cuantificar los impactos en 13 categorías

De esta forma, cualquier fabricante o asociación de fabricantes de materiales de construcción puede decidir producir y difundir el perfil medioambiental de sus productos.

En Alemania, la Universidad de Stuttgart, en colaboración con un importante grupo de empresas y asociaciones del sector de materiales de construcción, recientemente ha concluido un exhaustivo proyecto relacionado con el ACV de estos materiales, al tiempo que ha propuesto un sistema de declaración medioambiental o ecoetiquetado para el sector. Igualmente, se ha desarrollado un «check-list» como guía para los distintos tipos de industrias o procesos de fabricación. El proyecto contiene tres objetivos:

- Desarrollo de una metodología para la comparación del comportamiento medioambiental de productos y componentes
- Generación de una base de datos de ICV, consistente en unas premisas comunes, esto es, límites del sistema
- Implementación de un software prototipo

Conviene resaltar que el objetivo último de este proyecto descansa en la implantación de un sistema de DMAPC que pueda conducir al establecimiento de un etiquetado ecológico específico en el sector.

Por su parte, Holanda ha desarrollado un sistema de DMAPC, denominado MRPI (Environmental Relevant Product Information). La Hoja MRPI, normalizada, contiene la información relevante del producto relativa a las cargas medioambientales (environmental measures) y los impactos del ciclo de vida (environmental profile). La Hoja selecciona las cargas ambientales en seis grupos y los impactos en diez categorías.

El referido sistema ha pretendido normalizar el ACV, de suerte que los resultados obtenidos en la Hoja MRPI sean comparables. Los datos del IVC se recopilan conforme a unas premisas previamente establecidas y bajo la responsabilidad del fabricante, quien con posterioridad y validación externa, procede a su procesamiento y publicación.

Por lo que respecta a los países nórdicos, Dinamarca, Suecia, Noruega y Finlandia, su desarrollo se ha centrado en diferentes sistemas de declaración/etiquetado, tanto del TIPO I y TIPO II, como en sistemas de DMAPC de TIPO III.

El sistema sueco es el que proporciona información más detallada y transparente, al tiempo que el finlandés constituye el sistema más útil como indicador. Por su parte, los sistemas danés y noruego presentan características intermedias.

En Finlandia, el sistema ha sido desarrollado por la Fundación RTS (Finnish Building Information Foundation) en colaboración con el centro VTT (Building and Transport), y se denomina declaración RT (Building Information). La función principal de VTT viene representada por la elaboración de la declaración -realización del ACV- a partir de los datos recopilados por los fabricantes. En este caso, la Fundación RTS se responsabiliza de la publicación y difusión de las declaraciones.

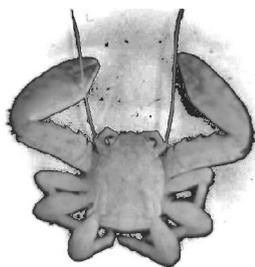
Expuestos los anteriores sistemas de declaración medioambiental, se debe señalar finalmente que ante la creciente demanda internacional en relación con el establecimiento de criterios y métodos uniformes para la información medioambiental de productos de construcción, CEMPC (Council of European Producers of Materials for Construction) ha propuesto, como sistema a seguir, la elaboración de una guía al respecto: «*Guidance for de provision of environmental information of construction products*».



5. CONCLUSIONES

Desde la Unión Europea, en sus distintos ámbitos competenciales, la metodología ACV viene reivindicándose en los últimos años como medio o instrumento para alcanzar los criterios o parámetros de sostenibilidad ambiental exigidos a la industria de la Construcción en general, y en particular a la edificación, fundamentalmente en la aplicación de los dos bloques temáticos más relevantes en este sector (además de la energía): los materiales de construcción de bajo impacto ambiental y la gestión de los residuos de construcción y demolición.

Sin embargo, en el caso de España, el ACV y su aplicación al proceso constructivo o al producto siguen siendo insignificantes. Ciertamente es que la metodología es costosa, pero representa la herramienta más fidedigna para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto o actividad. Por ello, resulta necesaria la colaboración entre las distintas Administraciones y el sector de la industria de la construcción en aras a elaborar un Inventario de Ciclo de Vida.



Por cuanto se refiere a las ecoetiquetas, que se basan en el estudio del ACV, pocos son los materiales de construcción que ostentan tal distintivo de calidad, tan solo barnices, bombillas eléctricas, mobiliario, pinturas y tejas cerámicas. Si bien es un instrumento de incentivo económico, debe demostrarse -tras un proceso voluntario de evaluación basado en criterios concretos- un impacto ambiental más reducido que en productos similares. Recomendable sería, por tanto, en el sector de la edificación, para sus productos, que la tendencia fuera cada vez menos voluntaria. Y respecto a las declaraciones medioambientales, basadas igualmente en el ACV, se recomiendan las del Tipo III para su aplicación y utilidad en el sector de los materiales de construcción.

En cualquier caso, se ha perdido la ocasión de establecer una regulación legal de esta materia con mayor rigor y exigencia, dado que el recién aprobado Código Técnico de la Edificación, del 17 de marzo de 2006, sólo le confiere, tanto a estas evaluaciones ambientales como a los distintivos de calidad, la naturaleza de documentos reconocidos sin carácter reglamentario, es decir sin vinculación alguna, habida cuenta del carácter voluntario de que gozan estas herramientas.

BIBLIOGRAFÍA

- Álamo, L., González, M. y Sumpsi, C., 1998. *Sistemas de gestión ambiental. Medi ambient tecnologia. Guia ambiental de la UPC.* Universitat Politècnica de Catalunya. Ediciones UPC. Barcelona, pp. 187-199
- Anink, D., Boonstra, C., y Mak, J., 1996. *Handbook of Sustainable Building. An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment.* Londres. 175 P.
- Arenas, F., 2007. *El impacto ambiental en la edificación. Criterios para una construcción sostenible.* Edisofer. Madrid. 248 P.
- Cardim, A., 2001. *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento. Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento.* E.T.S.I.C.C.P de la Universidad Politècnica de Catalunya. Tesis Doctoral. Barcelona. 317 P.
- Conesa, V., 1995. *Auditorías Medioambientales. Guía Metodológica.* Mundi-Prensa. Bilbao. 520 P.
- Fàbregas, J., Màña, F. y Vázquez, E., 1998. *Construcció i medi ambient. Medi ambient i tecnologia. Guia ambiental de la UPC.* Universitat Politècnica de Catalunya. Ediciones UPC. Barcelona, pp. 141-152
- Fullana, P., 1996. *Estudio comparativo del análisis del ciclo de vida y otras herramientas de gestión ambiental.* Innovación Química, N° 20, pp. 34-44
- Fullana, P. y Puig, R., 1997. *Análisis del ciclo de vida.* Rubes. Barcelona. 143 P.
- Gómez, D., 1988. *Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos Agrarios.* Madrid. 286 P.
- ILAFa, 2004. *Información ambiental de productos para la construcción.* [Consulta: 9 de septiembre de 2004] http://www.ilafa.org/socios/circular_CADIMA_4-2002.htm
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), 1997. 14.040: Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework. Ginebra. Suiza. 12 P.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), 2000. 14.042: Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle impact assessment. Ginebra. Suiza. 20 P.
- Josa, A., Aguado, A. y Gettu, R., 1997. Evaluación Ambiental de Productos de la Construcción Derivados del Cemento. CIC Información (I), N° 299, pp. 30-35
- Josa, A., Aguado, A. y Gettu, R., 1997. Evaluación Ambiental de Productos de la Construcción Derivados del Cemento. CIC Información (II), N° 300, pp. 49-55
- LABEIN, 2002. Declaración medioambiental de productos de construcción. 14 P.
- Mañá, F., 1996. El ACV aplicado a los materiales y a las soluciones constructivas, en I Jornadas: Construcción y Desarrollo Sostenible. Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona, 16-18 de Mayo. Barcelona, pp. 180-181
- Samitier, S., 1995. Aplicació de l'ACV a l'ecoetiquetatge», ponencia del Seminari Internacional sobre Anàlisis del ciclo de vida: herramienta para la toma de decisiones ambientales. UNTEC (Universitat Tècnica d'Estiu de Catalunya). Tarragona
- Serrano, C., 1995. Etiquetado ecológico. Dirección General de Política Ambiental. Madrid. 115 P.
- SETAC, 1993. A Conceptual Framework for Life-Cycle Impacts Assessment. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of Practice'. Society for Environmental Toxicology and Chemistry. Bruselas
- SETAC, 1999. Life Cycle Assessment and Conceptually Related Programmes. Society for Environmental Toxicology and Chemistry. Setac (Europe Working Group)
- Tejera, J.L., 1994. Sistemas de etiquetado ecológico en el sector de la construcción. Montajes e instalaciones, N° 277, pp. 105-110



