



Alcances y limitaciones del uso del método de

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)

DR. ARQ. MSc. WILVER CONTRERAS MIRANDA (1), DR. ING. VICENTE CLOQUELL BALLESTER (2), DR. ARQ. MSc. MARY ELENA OWEN DE CONTRERAS (3).

(1,3). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, VALENCIA, ESPAÑA; UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MÉRIDA, VENEZUELA. (2). DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA (DPI), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, VALENCIA, ESPAÑA.

para la evaluación de impactos medioambientales en la industria forestal

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo versa sobre la importancia y descripción técnica de los procedimientos concernientes al uso del método de Análisis del Ciclo de Vida (ACV). El mismo permite determinar los niveles de sostenibilidad que pueden llegar a suceder a través del ciclo de vida de un producto forestal, manufacturado en cualquiera de las industrias que conforman el amplio espectro de la Industria Forestal (Madera y el Corcho). El método ACV ha tenido un desarrollo reciente en el ámbito industrial internacional y nacional, y su empleo ha sido muy difundido en los países industrializados dentro de empresas fabricantes de automóviles, plásticos, calzados, etcétera. Pero con muy poca difusión en los países en vías de desarrollo industrial, especialmente aquellos que tienen grandes recursos forestales de bosques naturales tropicales, caso Venezuela. Finalmente, se formulan los principales conceptos, alcances y debilidades que tiene el ACV dentro del sector forestal.

Palabras claves: Análisis de ciclo de vida, impactos ambientales, sector madera y corcho.

INTRODUCCIÓN

El método de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), es un método relativamente reciente. Su proceso de difusión, desarrollo y aplicación han venido siendo protagonizado por instituciones como la SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), la SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development), o investigadores de gran prestigio en el área como Fiksel (1997), Fullana (2003) o Capuz et al. (2003). Su empleo, se rige mediante toda una serie de consideraciones técnicas que vienen descritas en las Normas ISO 14040. Por ser un método técnico que permite determinar los impactos medioambientales, no sólo en el ciclo de vida de un producto o servicio industrial, él exige que los técnicos que lo realicen, deberán tener un alto nivel de conocimiento en la temática tratada, ética empresarial y un trabajo consensual en las valoraciones, que a su vez requiere una gran rigurosidad científica y tecnológica para poder alcanzar el éxito del mismo, pero especialmente la confiabilidad del estudio. Por ello, se exponen en el presente trabajo los principales alcances y debilidades del ACV para ser aplicado en la Industria Forestal. Así como su proyección futura, dada la gran

importancia de este método dentro de la Ciencia del Proyecto, la Ecología Industrial y la Ingeniería Industrial, pero especialmente por el interés que representa para el sector forestal, por ser una herramienta técnica válida para la cuantificación de los niveles de sostenibilidad y otros tipos de impactos (ambientales, sociales, económicos, etc.) de un producto forestal y servicio industrial, a fin de poder tomar decisiones a tiempo para realizar un mejor aprovechamiento forestal de determinado sector geográfico, redefinir procesos industriales y mejorar el diseño de nuevos productos forestales, como una forma real y sincera, por parte de la Industria Forestal en procurar el verdadero establecimiento del Desarrollo Sostenible global.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del presente trabajo se realizó aplicando la metodología denominada, la Estrategia General de Resolución de Problemas de Gómez – Senent (2002), y la Teoría de las Seis Dimensiones del Proyecto. La estructura de la metodología permitió llegar a definir las siguientes fases aplicando las iteraciones respectivas para la determinación

del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) en el contexto de la Industria Forestal (Madera y del Corcho):

- Revisión y análisis de la bibliografía especializada; Sinopsis de la conceptualización y de la normalización referida al ACV; importancia, fortalezas, debilidades y principales herramientas informáticas de aplicación del Análisis de Ciclo de Vida a los productos y servicios industriales; Redacción de las conclusiones y recomendaciones; Divulgación de la información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Breve conceptualización e importancia del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), para la industria forestal.

Figura 1. Modelo gráfico del Análisis de Ciclo de Vida (Norma ISO 14040: 1998). Fuente: Elaboración propia.

Según la Norma ISO 14040 (<http://www.iso.org>), se entiende por Análisis de Ciclo de Vida (ACV), como la «Recopilación y evaluación de las entradas y salidas y los potenciales impactos medioambientales del sistema del producto a lo largo de su ciclo de vida». Todo ello concierne, en el caso de un producto forestal, desde la obtención (aprovechamiento forestal) de la madera sólida, ubicada en un bosque natural o una plantación forestal, pasando por los procesos de transformación primaria y secundaria de la industria mecánica, hasta llegar a ser un producto forestal de valor agregado o alto valor agregado, el cual una vez comercializado, usado y finalizado su uso, puede llegar a ser basura, residuo o reciclado. En cada una de esas etapas generadas se llegan a producir impactos ambientales, negativos o positivos, los cuales tratan de identificar el ACV (Figura 2). Se puede entender por objetivo de estudio, según la parte A del modelo de la Figura 1, aquel que indica la aplicación prevista, sus motivos y el destinatario (a quién se va a comunicar los resultados del ACV).

Hoy día, debido al mayor nivel de conciencia, capacitación y sensibilidad de los usuarios, ha crecido la exigencia de productos sostenibles por parte de la sociedad, considerando el funcionamiento ambiental de la madera y sus productos forestales derivados, en comparación con otros materiales y productos industriales. Esa búsqueda de parámetros de evaluación, de una forma u otra ha llevado a la creación del sistema de valoración ambiental denominado Life Cycle Assessment or Análisis (LCA); Análisis

Cuadro 1. Principales normas ISO, serie 14040, para el desarrollo exitoso de un ACV. Fuente: Elaboración propia.

ISO 14040:1998. Provee los principios generales de trabajo y requerimientos metodológicos para los ACV de productos y servicios.

ISO 14041: 1998 Provee la guía para poder determinar las metas y el radio de acción de un estudio de ACV, además de guiar metodológicamente en un inventario de ciclo de vida.

ISO14042:2000 Provee la guía metodológica para el desarrollo en la fase de evaluación de impactos en el ciclo de vida dentro de un estudio de ACV.

ISO14043:2000 Provee la guía metodológica para la interpretación de los resultados desde el estudio de un ACV.

ISO14048:2002 Provee la información a considerar en la formación de datos de soporte del ACV.

ISO/TR14049/14047 Provee ejemplos ilustrados como se puede aplicar las guías metodológicas en ISO 14041 e ISO 14042.

ISO 150041 Análisis de Ciclo de Vida Simplificado.

o Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) de un producto o servicio. También son términos alternativos de ACV, ecobalance y análisis del perfil del recurso y del ambiente (Barroso, 2001).

En el Cuadro 1 se exponen resumidamente las principales normas de ACV y la evolución de las mismas en el tiempo, sin dejar de mencionar que existe la Norma ISO 64 la cuales una guía para la inclusión de aspectos ambientales en el diseño de un producto. También se nombran, dada la importancia de los impactos de los envases en la sociedad industrial actual, el desarrollo de la Norma 12340, con sus recomendaciones más importantes en la realización de un análisis de inventario en el ciclo de vida en un sistema de envasado. Como una muestra del gran interés que han tomado los estudios y la aplicación de ACV en el ámbito internacional, en el mes de julio 2006, se editó la nueva norma de ACV desarrollada por la organización Organización Internacional de Estandarización (ISO).

Por otro lado, la definición de alcances permite especificar el ámbito de aplicación del estudio, límites, requerimientos de datos, hipótesis, etcétera. El alcance debe definirse de forma que se asegure que la profundidad del estudio es compatible con los objetivos definidos inicialmente. Los alcances del ACV consideran los siguientes aspectos: La unidad funcional; Las funciones del sistema del producto, o en caso de estudios comparativos, los sistemas; El sistema del producto a estudiar; Los límites del sistema del producto; Las reglas de asignación de cargas; Los tipos de impacto y la metodología de evaluación del impacto, así como la consiguiente interpretación a realizar; Los requisitos de los datos; Las hipótesis; Las limitaciones; Los requisitos iniciales de calidad de los datos; El tipo de revisión crítica, si la hubiera; El tipo y formato del informe final.

Uno de los conceptos más importantes que todo experto en ACV debe tener bien claro es la unidad funcional. Ésta es la unidad de medida a la que irán referidas todas las entradas y salidas del sistema y que permite comparar dos productos que realicen la misma función. Otro aspecto técnico de gran importancia en todo ACV, es tener la definición de un procedimiento que garantice la calidad de los datos (Análisis de los Inventarios, Parte B de la Figura 1). La calidad de los datos de un ACV se define como el grado de fiabilidad de los datos de entrada y salida, tanto de forma individual como global. Esta es una de las grandes

dificultades que presentan en la actualidad los estudios ACV, tal como es la posibilidad real de encontrar los datos adecuados. La calidad de estos datos está en función de varios parámetros (procedencia geográfica, temporalidad (año), tecnología usada en el proceso, precisión y representatividad, fuente y representatividad de la fuente, consistencia y reproducibilidad de los métodos usados en el ACV, variabilidad e incertidumbre de la información y métodos). Cuando se realiza por primera vez un estudio de ACV, es aconsejable según Fullana (2003), no despreciar ningún dato por su calidad. Futuras revisiones del estudio y la dedicación de más recursos permitirán la mejora del mismo.

La evaluación de impactos del ciclo de vida (Parte C Figura 1), evalúa la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario de ciclo de vida. Ya se ha expuesto que la realización de un ACV es un proceso iterativo. La evaluación de impacto (cualitativa o cuantitativa) debe formar parte de todo ACV estimativo para identificar las partes del sistema que influyen más en el resultado final y que, por tanto, deben ser estudiadas más profundamente. De esta manera, se optimizan recursos económicos y humanos.

La SETAC, citada por Consoli et al. (1993), propuso cuatro etapas en la evaluación de impacto: (1) Clasificación, que es donde se analizan los datos obtenidos en el inventario. Los diferentes contaminantes se agrupan en categorías de impacto según el tipo de efecto esperado. (2) Caracterización, es donde se analizan los efectos de los diferentes contaminantes, y si es posible, se cuantifican y agregan en categorías de impacto. (3) Normalización, se normalizan los datos en categorías de impacto, para aumentar la posibilidad de comparar los datos de las distintas categorías, y utilizar estos datos, como base para la siguiente etapa. (4) Valoración, se evalúa de forma cualitativa o cuantitativa la importancia relativa de las distintas categorías de impacto, con el fin de obtener un único indicador del impacto ambiental del producto o sistema.

Vidal et al. (2002), recomienda que se debe destacar la inexistencia de una técnica generalmente aceptada para asociar datos de inventario con potenciales impactos ambientales de un modo consistente y preciso. Esto es debido al alto grado de subjetividad, el cual es necesario para realizar la selección y evaluación de impactos, que a menudo se basan en datos cualitativos y no

cuantitativos.

En la fase de interpretación de resultados, se definen las principales conclusiones y recomendaciones del ACV, permitiendo realizar, la toma de decisiones que van interrelacionadas de forma consistente, con los objetivos y alcances definidos. Vivanco (2004), dice que esta parte del ACV debe reflejar los resultados de los análisis de sensibilidad e incertidumbre llevados a cabo durante el estudio.

B. Sinopsis de los antecedentes del Análisis del Ciclo de Vida de un producto y su proyección en el sector forestal.

Se considera que la metodología del ACV tiene sus orígenes entre finales de los años sesenta y principios de los años setenta, cuando se llevaron a cabo diversos estudios energéticos en los que se valoró la eficacia de determinadas fuentes de energía, motivados fundamentalmente por la crisis del petróleo de ese entonces (Vidal et al., 2002). En años más recientes, se han estado incrementando las discusiones e investigaciones sobre los resultados de los impactos ambientales por el alto crecimiento en los consumos de energía y de otros materiales en un sitio determinado, así como también, del impacto ambiental con distintos tipos de basura en otros sitios y sus respectivas emisiones al suelo, agua y atmósfera. Desde comienzos de los años ochenta, efectos como el calentamiento global, la degradación de la capa de ozono en la estratosfera, disminución de los recursos naturales, acidificación del agua y suelo, toxicidad ambiental y humana, etcétera, preocuparon a grupos científicos y ambientalistas sobre el desarrollo internacional de nuevos métodos y herramientas para la evaluación de los niveles de sostenibilidad. Uno de los métodos que comenzó a desarrollarse con este propósito es el Análisis del Ciclo de Vida de productos industriales (Fiksel, 1997; Scharai-Rad y Welling, 2002).

Sin embargo, Fullana (2003), resalta que el gran despegue en el desarrollo metodológico y en la aplicación del ACV en la industria internacional, se ha dado en el decenio de los años 90. Reconociendo la labor de difusión de la metodología de ACV en el ámbito del habla hispana, es Fullana y Samitier (1996), quienes impulsaron y se transformaron en una punta de lanza técnica en la expansión del ACV, llegando a difundir de manera pragmática la aplicación de estudios de ACV en pequeñas aplicaciones, dentro de contexto español, a productos concretos con mayor o menor profundidad, tales



como: Bolsas de basura (Fullana, 1996), Envases (Fullana y Puig, 1997; Rieradevall y Navas, 1998; Calzado (Milà et al., 1996); Automóvil (Castells et al., 2000; Vivanco, 2004); Desarrollo de productos, caso máquina de lavado de cítricos (Ferrer, 2004); Gestión de residuos (Barruetaña et al., 1999; Ferrer et al., 2000; Vidal et al., 2001). En el ámbito de la Industria Forestal no existen muchos estudios al respecto, sólo Vidal et al. (2002) y Capuz et al. (2003), que realizan estudios muy localizados sobre la industria de la madera y del mueble de la Comunidad Valenciana. Guzmán (2005), por medio de la Universidad Politécnica de Valencia, España, realiza con éxito dos ACV para la mejora de procesos de producción en una industria del mueble del estado de Jalisco, México. Similarmente Contreras (2006) y Owen de Contreras (2006), desarrollaron exitosamente en conjunto con Cloquell et al. (2006), la propuesta de un método de ACV - COCLOWEN, tanto para problemas complejos como de diagnóstico de diseño de productos forestales, procesos y servicios. Para validar este nuevo método, se realizaron los mismos análisis con el software Simapro versión 6.04 y arrojaron resultados similares.

Respecto a la realidad internacional de los países industrializados, el impulso de la metodología de los ACV, es gracias a la labor de difusión de algunas instituciones de referencia, que han suministrado tanto guías metodológicas como bases de datos actualizadas de sus correspondientes áreas geográficas; como la US-EPA, la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente, Bosques y Paisaje (BUWAL), y el Centro de Ciencia Ambiental de Leiden (CML), o el Consejo Nórdico. Sin embargo el mayor impulso lo ha recibido de la SETAC.

Por otro lado, cabe destacar, que en 1992, se creó la Society for the Promotion of LCA Development (SPOLD), una asociación de 20 grandes compañías en Europa, con el objetivo de promover el desarrollo y aplicación del ACV (Fullana y Puig, 1997). Uno de los principales objetivos de la SPOLD es establecer un formato común en la realización de inventarios del ciclo de vida que facilite y promueva el intercambio de datos e información de inventario para asegurar un aceptable nivel de calidad (Singhofen, 1996; Weidema, 1999). Esta organización ha apoyado multitud de reuniones de expertos, ha soportado algunas actividades de la SETAC en el campo del ACV y ha promocionado varios estudios y publicaciones, entre los que cabe

destacar el LCA Sourcebook de Ellington et al. (1993), que según Fullana (2003), es una guía práctica donde encontrar, por ejemplo, multitud de aplicaciones y numerosos contactos interesantes entre las principales instituciones de prestigio internacional. Recientemente, se han realizado estudios de ACV dentro del contexto forestal, estudios pilotos como los de Buchanan y Honey (1994), Alcorn y Baird (1996), Frühwald et al. (2003) y Barrios et al. (2005). Estos comparan la diferencia de impactos ambientales entre la producción industrial de productos forestales con los principales materiales usados en la construcción, así como también entre sistemas constructivos usados en la fabricación industrial de viviendas respecto a productos forestales y sistemas constructivos con madera. En los mismos se llegó a obtener resultados mucho más favorables a los productos lignocelulósicos respecto a los materiales constructivos tradicionales (acero, hormigón, aluminio, etc.), llegando a tener los primeros, grandes ventajas competitivas, ahorro de costos y gastos de energía, así como menores impactos ambientales negativos. También, Hillier y Murphy (2000), mostraron que una cerca de madera blanda tratada con tratamientos de conservación de la madera, causaba un impacto ambiental mucho menor que los productos alternativos elaborados en acero o hormigón, en un período estimado de 50 años de vida útil. Para finalizar, la aplicación del ACV en el área de la Industria Forestal y sus productos forestales, aparte de los trabajos de VROM (2002), Hillier y Murphy (2000); Frühwald et al. (2003) y muchos otras investigaciones más, se distingue el trabajo de la Society Products Forest (1996) de los Estados Unidos con su trabajo Life Cycle Environmental Impacts Analysis for Forest Products, que contiene un buen número de artículos de metodologías y aplicaciones de ACV relacionadas con los productos forestales. Por el contrario en el ámbito de habla hispana es muy limitada la información de aplicación de ACV sobre maderas tropicales.

C. Alcances del ACV en el sector forestal. Actualmente los estudios de Análisis de Ciclo de Vida en el diseño de productos, procesos y servicios industriales, están ganando importancia mundial. Se trata de un avance interesante que ayuda a fortalecer la ampliación del uso sostenible de la madera sólida y sus productos forestales derivados. A continuación, se presentan y discuten algunas de las disertaciones más importantes

de los alcances que puede llegar a tener el ACV para el sector forestal, en especial para su Industria Forestal:

· **Mayor alcance respecto a otras metodologías de impacto ambiental.**

Permite hacer un estudio más completo a través de todo el ciclo de vida de un producto industrial o servicio, considerando de forma detallada cada una de las etapas del Sistema de un Producto, entendido éste según la Norma ISO 14041, como el «conjunto de procesos unitarios conectados, material y energéticamente, que realizan una o más funciones definidas». Todo ello, permite que el estudio sea global e integral y no se centra, sólo en aspectos concretos, como es el caso de la metodología de los indicadores de impacto ambiental.

· **Mayor competitividad.** Es una herramienta técnica que puede ayudar a mejorar la competitividad de las maderas sólidas aprovechadas de los bosques naturales y de las plantaciones forestales, así como de los productos forestales industriales, dentro del complejo y dinámico comercio internacional.

· **Mejora la calidad técnica de las matrices.** La metodología del ACV soluciona los principales inconvenientes de las matrices cualitativas: la subjetividad y la relatividad entre los impactos ambientales (Vidal et al., 2002).

· **Determinación de los impactos ambientales.** Es una herramienta técnica que permite determinar los potenciales impactos ambientales, negativos o positivos (las emisiones de gas de efecto invernadero, el agotamiento de los recursos, la acidificación, la eutroficación y los efectos resultantes del uso de las tierras, etcétera), de todo el ciclo de vida de una madera sólida o un producto forestal.

· **Compara la diferencia de impactos ambientales entre materiales.** Un ACV al incluir todas las etapas en la vida del producto industrial, considera una amplia gama de efectos ambientales, lo cual lo transforma en una herramienta de gran utilidad cuando se comparan materiales de diferentes orígenes que pueden desempeñar la función requerida, tales como madera, cloruro de polivinilo (PVC) u otros tipos de plásticos, aluminio, acero, etcétera, que se utilizan para la elaboración de marcos y otros componentes en las puertas, ventanas u otro producto industrial para usos de cerramientos o sistemas estructurales.

· **Evita sectorizar el análisis de procesos industriales.** El uso del ACV evita exagerar la importancia de aspectos únicos o sectoriales (aprovechamiento de la madera, eliminación

de residuos, etc.) de todo el sistema producto de un producto forestal, especialmente cuando se está tratando de entender el impacto ambiental total causado por ese producto industrial. Entonces, la evaluación de impactos a partir de un ACV, obliga a basar los juicios técnicos de los Expertos en todos los aspectos ambientales que se generan en todas las etapas de elaboración del producto, su uso y disposición (Murphy, 2004).

• **Facilita la toma de decisiones.** Este método se aplica, cuando un industrial o proyectista de determinada Industria Forestal pretende iniciar el proceso de desarrollo de un nuevo producto forestal, o el rediseño de sus productos fabricados. Esta es una de las ventajas más significativas respecto a los alcances del ACV, ya que como herramienta técnica permite la comparación de forma aproximada de los impactos ambientales, dentro de un contexto de comparaciones ecológicas entre dos o más productos manufacturados con diferentes materiales, pero usado para fines similares. Así, con estos datos obtenidos, se podrá tomar excelentes decisiones respecto a la selección de los combustibles, adhesivos, materias primas sin transformar, productos y procesos de producción (modificación y rediseño de desplazamientos de materiales dentro de los procesos de manufactura, simplificación de procesos, etc.).

• **Implicación en el Desarrollo de la Integración Ambiental de un país.** El ACV es una herramienta de trabajo para el mejor desarrollo y establecimiento de la Evaluación Ambiental Estratégica (**Environmental Assessment – EA / Strategic Environmental Assessment – SEA**) para el establecimiento de políticas, planes y programas de una determinada Administración. Y es que el ACV, según Forintek Canadá Corporation (1999), es un método útil para la evaluación objetiva de las políticas ambientales corrientes y para mejorar estas formas de beneficio para la población y el ambiente. El ACV provee datos para producir y organizar organizaciones con poder en la toma de decisiones políticas. En otras palabras, el ACV puede funcionar como una herramienta ambiental para evaluar productos y procesos y suministrar guías de referencia para el desarrollo de futuras políticas, leyes y regulaciones de la sociedad y sus Administraciones.

D. Limitaciones del ACV en el sector forestal. Ya se ha comentado con anterioridad, que hasta la presente fecha se han realizado muy pocos estudios de ACV en las especies de maderas sólida, y mucho menos aún en

productos forestales industriales tropicales. La causa de esa deficiencia la podemos encontrar en las siguientes consideraciones técnicas:

• **Escepticismo.** Es una de las principales limitaciones que viene presentando la metodología de ACV por parte de instituciones gubernamentales y ONGs, asesores y evaluadores forestales, así como industriales e investigadores de la ciencia y tecnología de la madera. La principal causa es la subjetividad de los estudios de impacto ambiental y el alto déficit de datos confiables existentes en el sector forestal (Owen de Contreras *et al.*, 2004).

• **Déficit de personal capacitado.** A pesar de la gran dinámica y procesos de difusión que han tenido en los últimos años las técnicas de ACV en los países industrializados, las mismas son una herramienta que continúa estando en el ámbito selecto de los asesores y evaluadores ambientales, y que en muchos de los casos, desempeñan de forma paralela actividades de investigación y docencia en los principales centros de investigación o en instituciones de formación universitaria. Esta realidad analizada para los países de Tercer Mundo, aunque permanece el mismo esquema anterior, es aún más estrecha en las limitaciones, por la falta de formación y experiencia técnica en la metodología de ACV, así como en los sistemas de gestión medio ambiental (SGMA), debiéndose resaltar la gran falta de medios económicos, una demanda menor de ACV y SGMA por parte del sector industrial de esos países, etcétera.

• **Desigualdad de estudios técnicos de ACV.** La mayoría de las ACV realizadas hasta la fecha sobre productos madereros, se basan en maderas templadas, existiendo muy pocos ACV disponibles sobre maderas tropicales. Si los interesados en las maderas tropicales no toman medidas al respecto, es probable que esta disparidad aumente en los próximos años (Murphy, 2004).

• **Altos costos de la tecnología informática.** En este punto se refleja, aparte de los aspectos de escepticismo y déficit de personal capacitado, la poca existencia de bases de datos normalizadas respecto a la siembra, aprovechamiento, transformación, venta y disposición final de los productos forestales industriales en los países de Tercer Mundo. Otra de las grandes limitaciones técnicas, es además la barrera tecnológica existente entre países del Norte y Sur, la cual se acrecienta cada día más con los altos costos que implica el uso de los softwares informáticos de ACV existentes en el mercado para los

países pobres, ya sea por el uso de sus licencias ©, asesorías en la formación de técnicos especializados, y sus continuas actualizaciones. Otro hecho técnico digno de resaltar, es que cualquier ACV que se realice con estos softwares, que traen sus bases de datos incorporadas, es que las mismas son realizadas para otros sitios geográficos, políticos, sociales, económicos e industriales.

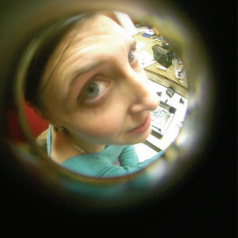
• **Normalización de metodologías de los ACV.** Con los altos niveles de conocimiento técnico que puedan ir alcanzando los expertos en ACV, generalmente se tiende al desarrollo de metodologías particulares que en muchos casos son variantes de las metodologías ya reconocidas internacionalmente.

• **Falta de apoyo institucional.** Esta realidad aunque se da mayormente en los países en vías de desarrollo industrial, no escapa a los países desarrollados, generalmente debido a la falta de actualización de los ejecutivos de la alta gerencia del sector ambiental y de comercio de la Administración, así como de los propietarios y dirigentes de la Industria Forestal.

• **No certifica productos forestales.** El ACV en sí, no **certifica** que un área particular del bosque se maneje sobre una base sostenible. Es de resaltar que para alcanzar una certificación están, entre otras, las metodologías planteadas por las Normas ISO 14000 y el Reglamento Europeo EMAS.

CONCLUSIONES

Se demuestra la importancia que tiene el método de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), para el análisis y determinación de los niveles de sostenibilidad de la madera sólida y sus productos derivados, los productos forestales. Su aplicación está regida por las recomendaciones técnicas referidas en la serie de normas ISO 14040, desarrolladas por la Organización Internacional de Estandarización (ISO). Se ha denotado que desde el decenio de los años noventa, este método ha sido muy difundido en los países industrializados, especialmente en el sector de la industria del automóvil, calzado, cerámica y plásticos. La aplicación del ACV en el sector forestal ha sido muy poca, y casi desconocida en el contexto de la industria forestal de los países en vías de desarrollo industrial. De ahí que el presente estudio, señale sus principales alcances y limitaciones, como una estrategia de difusión y aplicación a corto plazo, dentro del sector académico, investigación y empresarial, en procura de alcanzar verdaderos productos forestales, procesos y servicios industriales sostenibles.



BIBLIOGRAFÍA

A. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALCORN, J., G. BAIRD. 1996. Use of Hybrid Energy Analysis Method for Evaluating the Embodied Energy of Building Materials. WREC. London. England.
- BARRIOS, E., W. CONTRERAS, M. OWEN DE C. 2005. Repercusiones energéticas y económicas del uso de la madera en Venezuela para la construcción de viviendas sociales. Propuesta de cambio. UNEG – ULA. Puerto Ordaz, Venezuela. Monografía técnica. 25 Págs.
- BARROSO, J. 2001. Materiales de construcción e impacto ambiental. AITIM. Boletín de Información Técnica. Enero-Febrero 2001. 209:69-72.
- BARRUETABEÑA, L., O., SALAS, M.J. SUÁREZ. 1999. Desarrollo de una metodología simplificada de análisis de ciclo de vida (ACV/LCA) aplicada a la gestión industrial de residuos. Actas del VI Congreso de Ingeniería Ambiental. Bilbao. País Vasco, España.
- BUCHANAN, A. AND B. HONEY. 1994. Energy and carbon dioxide implications of building construction. University of Canterbury, Christchurch (New Zealand). Energy and Buildings. 20 (1994): 205-217.
- CAPUZ, S. 2002. Introducción al proyecto de Producción. Ingeniería Concurrente para el Diseño de Producto. Colección Libro Docente. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 218 Págs.
- CAPUZ, S., T. GÓMEZ, R. VIÑOLES, R. LÓPEZ, M^a. J. BASTANTE, J. VIVANCOS, P. FERRER. 2003. Situación actual y perspectivas del Ecodiseño en las PYMES de la Comunidad Valenciana. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 202 Págs.
- CASTELLS, F., J. RODRIGO, J.C. ALONSO, J. BIGORRA. 2000. Environmental improvement of automotive electronic devices by DFE techniques based on life cycle impact assessment. International Conference on Life Cycle Assessment: Tools for Sustainability (InLCA). Arlington, Virginia. U.S.
- CLOQUELL, V., W. CONTRERAS, M. OWEN DE CONTRERAS, J. VIVANCOS. 2006. Evaluación del Nivel de Sostenibilidad de la Madera y los Productos Forestales. Método Análisis de Ciclo de Vida ACV-COCLOWEN. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- CONSOLI, F., D. ALLEN, I. BOUSTEAD, J. FAVA, W. FRANKLIN, A. JENSEN, N. DE OUDE, R. PARRISH, R. PERRIMAN, D. POSTLETHWAITE, B. QUAY, J. SEGUIN, and B. VIGON. 1993. Guidelines for life-cycle assessment: a code of practice, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC).
- CONTRERAS, W. 2006. Propuesta metodológica de Diseño Ambientalmente Integrado (dAI), aplicada a proyectos de diseño de productos forestales laminados encolados con calidad estructural. Tesis Doctoral. Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- ELLINGTON, J., M. MEO, D. EL-SAYAD. 1993. The LCA Sourcebook: an European business guide to Life-Cycle Assessment. PMC Printers. London, England.
- FERRER, G.P. 2004. Propuesta metodológica para la aplicación del Ecodiseño mediante la integración de las consideraciones ambientales en las técnicas de desarrollo de producto. En el marco del Diseño Sistemático. Tesis Doctoral (05.05.04). Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- FERRER, J., A. GALLARDO, R. VIDAL, M.J. BELLÉS, J. RAMOS. 2000. Metodología para la generación de alternativas a la gestión de los residuos sólidos urbanos. Ed. Fundación Dávalos-Fletcher.
- FIKSEL, J. 1997. Ingeniería de diseño medioambiental. DFE. McGraw-Hill. Madrid, España. 512 Págs.
- FORINTEK CANADA CORPORATION. 1999. Building Materials in the Context of Sustainable Development - An Analytical Framework. Forintek Canada Corporation and Wayne B. Trusty & Associates Limited.
- FULLANA, P. 1996. Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida al ecotiquetaje del producto bolsas de basura de polietileno. Jornadas sobre aplicaciones industriales del ACV. Barcelona, España.
- FULLANA, P. 2003. Análisis de Ciclo de Vida. Seminario La Integración Ambiental de planes, proyectos y productos. Tomo IV. UIMP. Valencia, España. 55 Págs.
- FULLANA, P., R. PUIG. 1997. Análisis de Ciclo de Vida. Cuadernos de Medio Ambiente. Ed. Rubes. Barcelona, España.
- FULLANA, P., y S. SAMITIER. 1996. Iniciació a l'avaluació del cicle de vida. Ed. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Direcció General de Qualitat Ambiental. Barcelona, España.
- GÓMEZ-SENENT, E. 2002. Estrategia General de Resolución de Problemas. Teoría de las Seis Dimensiones. Revista Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- GUZMÁN, M.L. 2005. Propuesta metodológica para la integración del factor ambiental en el diseño de productos y de procesos. Caso de Estudio, del sector del mueble del estado de Jalisco (México). Tesis Doctoral (03.10.05). Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- HILLIER, W. AND R. MURPHY. 2000. Life-cycle assessment of forest products—a good story to tell. Journal of the Institute of Wood Science. 15: 4.
- IHOBE S.A. 2002. Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de Implantación en 7 pasos. IHOBE S.A. Depósito legal BI-2644-00. Bilbao, País Vasco. España.
- MILÀ, L., X. DOMÈNECH, J. RIERADEVALL, R. PUIG, P. FULLANA. 1996. Aplicació de l'avaluació del cicle de vida al calçat. Aplicacions Industrials del Cicle de Vida. Barcelona, Catalunya, España.
- MURPHY, R. 2004. La madera y el círculo de la vida. Revista Actualidad Forestal Tropical. OIMT. 12(3): 12-14.
- NORMA ISO 14040. 1997. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco.
- NORMA ISO 14041. 1998. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Definición de Objetivo y alcance y el análisis de inventario.
- NORMA UNE 150.040. 1996. Análisis de Ciclo de Vida. Principios Generales. AENOR.
- OWEN DE C. M. 2006. Propuesta metodológica para la evaluación del desempeño medioambiental de la industria de puertas y ventanas con madera y productos forestales. Tesis Doctoral. Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- OWEN DE C.M., V. CLOQUELL, V.A. CLOQUELL, W. CONTRERAS. 2004. Propuesta de caracterización de Indicadores para evaluación del comportamiento ambiental de la industria de puertas y ventanas de madera. AEIPRO, Bilbao, España.
- RIERADEVALL, J., J. NAVAS. 1998. Aplicación de ACV en el diseño de ecoproductos. Ejemplo de minimización del impacto ambiental en los envases. Residuos. 28: 68-82.
- SINGHOFEN, A. 1996. Introduction into a common format for life-cycle inventory data. Society for the Promotion of LCA Development (SPOLD).
- SOCIETY PRODUCTS FOREST. 1996. Life Cycle Environmental Impacts Analysis for Forest Products. Society Products Forest. Springfield, Oregon. U.S. 130 Págs.
- VIDAL, M^a R., M^a BOVEA, N. GEORGANTZIS, E. CAMACHO. 2002. ¿Es rentable diseñar productos ecológicos?: el caso del mueble. Editorial Athenea. Universitat Jaume I. ISBN 84-8021-403-1. Alicante, España.
- VIDAL, M.R., A. GALLARDO, J. FERRER. 2001. Integrated analysis for pre-sorting and waste collection schemes. Waste Management & Research. 19.
- VIVANCOS, J. L. 2004. Propuesta metodológica para la simplificación del ACV en su aplicación a los componentes plásticos del automóvil en el marco del Ecodiseño. Tesis Doctoral (09.05.05). Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- VROM. 2002. LCA for acetylated wood. Final report 2: light duty piling in fresh water use. Conducted by the Imperial College London and SHR Timber Research for the Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Netherlands.
- WEIDEMA, B. P. 1999. SPOLD'99 Format – an electronic data format for exchange of LCI data.

B. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA EN LA WEB.

- FRÜHWALD, A., J. WELLING, M. SCHARAI-RAD. 2003. Comparison of wood products and major substitutes with respect to environmental and energy balances. Seminar for the Sound Use of Wood, ECE/FAO, Poiana Brasov, Romania, 24–27 March 2003. [En línea]. Documento electrónico, fuente Internet. 2003. [Fecha de consulta 25 de Octubre 2005]. Disponible en: www.unece.org/trade/timber/docs/sem-1/papers/r32Fruehwald_doc
- <http://www.iso.org>. [Fecha de consulta 09 de Septiembre 2005].