

ISSN: 2007-2112

H+D

HÁBITAT MAS DISEÑO

**PUBLICACIÓN SEMESTRAL AÑO 4/
NUMERO 7/2012**

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DE
LA FACULTAD DEL HÁBITAT DE LA U.A.S.L.P.
PRECIO EN MEXICO: \$60.00
EN EL EXTRANJERO: \$ 00 USD

Colaboradores en este número

Adolfo Guzmán Lechuga
Carina Acosta Mendoza
Gerardo Anista González
Jorge Apollón Robles
Fernando Posadas García
Adrián Moreno
Benjamín Alva
Mauro Azúa Zúñiga
Manuel Guerrero Salinas
Ricardo Cardia Maciel
Luz del Carmen Vilchis



Directorio

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Manuel F. Villar Rubio

Rector

David Vega Niño

Secretario general

Luz María Nieto Caraveo

Secretaria académica

Fernando Toro Vázquez

Secretario de investigación

Facultad del Hábitat

Anuar Abraham Kasis Ariceaga

Director

María Dolores Lastras Martínez

Secretaria académica

Fernando García Santibáñez Saucedo

Coordinador del posgrado de la Facultad del Hábitat

Jesús Victoriano Villar Rubio

Coordinador de Investigación de la Facultad del Hábitat

Carla de la Luz Santana Luna

Editora

Eulalia Arriaga Hernández

Redacción

Ana Luisa Oviedo Abrego

Traducción y corrección del inglés

Paola Aguilar Alemdarez

Ismael Posadas Miranda García

Diseño editorial

CEDEM, Centro de Diseño Editorial

Multimedia, Facultad del Hábitat

H+D HÁBITAT MAS DISEÑO, año 4, número 7, Enero-Junio de 2012, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón #64, Centro Histórico, C.P. 78000. San Luis Potosí, S.L.P.

A través de la Facultad del Hábitat por medio del Instituto de Investigación y Posgrado del Hábitat. Con dirección en: Niño Artillero # 150, Zona Universitaria C.P. 78290. San Luis Potosí, S.L.P. Tel. 448-262481. <http://habitat.uaslp.mx>. Editora responsable: Carla de la Luz Santana Luna. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-120716055100-102, ISSN: 2007-2112. Certificado de licitud de Título y Licitud de Contenido No. 15577. Impresa en los Talleres Gráficos Universitarios, Av. Topacio esq. Biv. Río Española s/n, Fracc. Valle Dorado, C.P. 78399, San Luis Potosí, S.L.P. Distribuida por la Facultad del Hábitat con dirección en Niño Artillero # 150, Zona Universitaria C.P. 78290. San Luis Potosí, S.L.P. Éste número se terminó de imprimir el 30 de Julio de 2012 con un tiraje de 1000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Facultad del Hábitat.

Colaboradores en este número

Adolfo Guzmán Lechuga

Carina Acosta Mendoza

Gerardo Arista González

Jorge Aguillón Robles

Fernanda Posadas García

Adrián Moreno

Benjamín Alva

Mauro Azúa Zúñiga

Manuel Guerrero Salinas

Ricardo Carrillo Maciel

Luz del Carmen Vilchis

Comité editorial y de arbitraje

Dr. Félix Beltrán

Universidad Autónoma Metropolitana

Mtra. Magdalena Jaime Cepeda

Universidad Autónoma de Coahuila

Mtro. Eduardo Santos Perales

Universidad Autónoma de Coahuila

MA Gabriel de Jesús Fonseca Servin

Universidad de Colima

Dr. Adolfo Gómez Amador

Universidad de Colima

Dra. Eugenia María Azevedo Salomao

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Mtra. Irma Carrillo Chávez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Mauricio Benjamín Jiménez Ramírez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Los artículos publicados por **H+D HÁBITAT MAS DISEÑO** son sometidos a un estricto arbitraje de pares académicos, en la modalidad de árbitros y autores desconocidos. Los pares académicos son en su mayoría externos a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Índice

Carta de la Coordinadora editorial	3
Presentación	6
La ciudad habla y escribe por sus muros Adolfo Guzmán Lechuga	10
Ciudad Global. Imagen urbana, identidad cultural y marca Carina Acosta Mendoza	20
El ACV, como herramienta para diseñadores en la selección de materiales con menor impacto ambiental. Gerardo Arista González/Jorge Aguillón Robles/ Fernanda Posadas García	28
Planeación y gestión urbanas de Segunda Generación: Hacia la aplicación de un modelo de ciudad digital en la zona metropolitana de San Luis Potosí Adrián Moreno/ Benjamín Alva	38
Seguridad para la movilidad no motora en los espacios urbanos y arquitectónicos de la ciudad de San Luis Potosí Mauro Azúa Zúñiga	48
Los medios electrónicos como una alternativa sustentable para la disminución en el consumo de papel Manuel Guerrero Salinas	56
El juego de pelota en los sitios arqueológicos del valle central de Oaxaca, México Ricardo Carrillo Maciel	64
El diseño como principio de la visualidad del arquetipo al estereotipo desde las consideraciones de Enric Satué Luz del Carmen Vilchis	74
Semblanzas	82
Guía para los autores	85



El ACV, como herramienta para diseñadores en la selección de materiales con menor impacto ambiental

LCA, like tool for designers in the selection of materials with smaller environmental impact.

Gerardo Arista González/Jorge Aguillón Robles/
Fernanda Posadas García

Recibido 01/diciembre/2011 dictaminado 10/enero/2012

RESUMEN

El propósito de este artículo es dar a conocer entre los diseñadores de arquitectura, urbanos y del paisaje, de diseño gráfico e industrial y de otras disciplinas, la metodología ACV, Análisis de Ciclo de Vida, como una herramienta indispensable en la toma de decisiones de arquitectos y diseñadores, que les permitan considerar no sólo aspectos utilitarios, estéticos y de costo en la selección de materiales y procesos, sino ampliar su perspectiva de análisis a aspectos sustentables que incorporen este tipo de análisis en la elección de insumos y procesos de producción con menores impactos al medio ambiente.

Palabras clave: ACV: Análisis de Ciclo de Vida, ICV: Inventario de Ciclo de Vida, Impactos ambientales.

Abstract

The intention of this article is to present between the designers of architecture, urban and of the landscape, graphical and industrial design and other disciplines, the methodology LCA, Life Cycle Assessment, as an indispensable tool in the decision making of architects and designers, who allow them to consider not only utilitarian, aesthetic aspects and of cost in the selection of materials and processes, but to extend its perspective of analysis to viable aspects that incorporate this type of analysis in the election of consumptions and processes of production with smaller impacts to the environment.

Key words: ACV: Analysis of Service life, ICV: Inventory of Service life, Environmental impacts.

Origen y evolución del ACV

Lo que hoy se conoce como evaluación de ciclo de vida (LCA, life cycle assessment), suele también indistintamente llamársele ACV Análisis de Ciclo de Vida, fue la denominación que acogió la comunidad internacional de expertos en el tema en el año de 1991, debido a que la aplicación de la metodología de ACV no sólo incorpora elementos objetivos sino también elementos subjetivos (Werner, 2005, en Chacón, 2008).

El ACV solía recibir anteriormente otros nombres, tales como eco-balances, análisis del perfil ambiental y de recursos, análisis ambiental integral, perfiles ambientales, entre otros, y se le comparaba con otras herramientas tales como evaluación del riesgo ambiental y la evaluación de impacto ambiental en cuanto al alcance, las ventajas y las desventajas entre uno y otros métodos (Baunmann & Tillman, en Chacón, 2008).

El ACV se desarrolló casi simultáneamente en Estados Unidos y Europa, si bien el primer ACV fue realizado en 1969 por el Midwest Research Institute (MRI) para la Coca-Cola, donde la premisa fundamental fue disminuir el consumo de recursos y, por lo tanto, disminuir la cantidad de emisiones al ambiente. En Europa, estudios similares se realizaron en la década de los sesenta. En Gran Bretaña, Lan Boustead realizó un análisis de la energía consumida en la fabricación de envases (de vidrio, plástico, acero, aluminio, etc.) de bebidas. Pero fue a partir de los años ochenta cuando la aplicación del ACV se incrementó. En esta misma década fue cuando se desarrollaron dos cambios importantes: primero, los métodos para cuantificar el impacto del producto en distintas categorías ambientales (calentamiento global y agotamiento de recursos); y segundo, los estudios de ACV comenzaron a estar disponibles para uso público. (Romero, 2005).

Quizás uno de los primeros estudios en los que se empezaron a tener en cuenta los

impactos ambientales de los productos fue el que Harold Smith presentó en la Conferencia Mundial de Energía de 1963, en el que informaba sobre las cantidades de energía para la fabricación de productos químicos.

Otro trabajo que puede catalogarse de pionero y en el que se aplicó el concepto de ciclo de vida se hizo en los '60, para determinar requerimientos de energía de algunos procesos y sistemas y el análisis de los efectos ambientales por el empleo de la energía. Se elaboró con el auspicio del Dpto. de Energía de EUA (U.S. Department of Energy) (Bishop, 2000 en Chacón, 2008).

En 1969, Harry E. Teasley Jr., de Coca-Cola Company, quien estaba al mando de la División de Envases, encargó un estudio (nunca publicado debido a su contenido confidencial) al Midwest Research Institute (MRI), que tenía su oficina en la ciudad de Kansas, con el objeto de determinar las cantidades de energía, materiales e impactos ambientales asociados a lo largo del ciclo de vida de envases, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. A este trabajo se le denominó "Análisis del perfil ambiental y de recursos" (*Resources and Environmental Profile Analysis, Repa*). (Hunt *et al.*, 1996; Ayres, 1995; European Environment Agency; Sullana *et al.*, 1997 en Chacón, 2008).

En 1971 se publicó el libro *Design for real world: human ecology and social change*, escrito por P. Papanek, en el que de algún modo se incorpora el pensamiento de ciclo de vida en el diseño de productos, al llamar la atención que los productos no sólo deben diseñarse teniendo en mente características estéticas sino que el producto debería mirarse más ampliamente, teniendo en cuenta otros factores como su función, su utilidad, reparabilidad, asequibilidad y sus consecuencias sociales y ambientales (Lewis *et al.*, 2001, en Chacón, 2008).

La Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) es la principal organización que ha desarrollado y liderado las discusiones científicas acerca del v. En 1993, formuló el primer código internacional: Código de prácticas para el ACV (Code of Prac-

tice for Life Cycle Assessment), con el fin de homogeneizar los diversos estudios realizados para que siguieran una misma metodología. Esto impulsó el inicio de desarrollos masivos de ACV en diversas áreas de interés mundial, pues se realizaron conferencias, talleres y políticas sobre ACV (Romero, 2005).

Posteriormente, la ISO (International Standard Organization) apoyó este desarrollo para establecer una estructura de trabajo, uniformizar métodos, procedimientos, y terminologías, debido a que cada vez se agregaban nuevas etapas, se creaban metodologías, índices, programas computacionales dedicados a realizar ACV en plantas industriales, etc. (Romero, 2005).

Después de treinta años el ACV ha tenido un avance impresionante, sin embargo, se reconoce que la técnica está en una etapa temprana de su desarrollo. Muchos ACV realizados han sido parciales (sólo se practica la fase de inventario) y aplicados mayoritariamente al sector de envases (aproximadamente un 50%), seguidos de los de la industria química y del plástico, los materiales de construcción y sistemas energéticos, y otros menores como los de pañales, residuos, etc. (Zaénz & Zufía, 1996 en Romero, 2005).

Latinoamérica todavía no tiene avances, desarrollo y conocimientos de países desarrollados, hay que destacar la creación de la Red Latinoamericana de Ciclo de Vida, la cual nació en el año 2003 y que produjo en el 2004 la publicación titulada “El ACV ISO 14040 en Latinoamérica”.

En México, a comienzos de la década del 2000 y hacia el 2005 se llevaron a cabo las primeras actividades sobre ACV, entre las cuales se destacan las siguientes: (Suppen, 2005 y 2006 en Chacón, 2008):

- Base de datos para el inventario de Ciclo de Vida.
- Diseño del Ciclo de Vida para el cumplimiento ambiental.
- Estudio para la evaluación del Ciclo de Vida de los productos mexicanos.
- Estudios y proyectos de ACV en el sector minero en el año 2003, que arrojaron los siguientes resultados:

- Elaboración de una metodología para el inventario de Ciclo de Vida en el procesamiento de minerales.
- Evaluación del impacto ambiental en el reciclaje del cobre.
- Estudios de ACV para los procesos de metalurgia del zinc y del cobre.
- Estudio de ciclo de vida para las botellas de resina “PET”.
- Base de datos para el inventario de Ciclo de Vida en el sector eléctrico.

Nuestro país sigue siendo un país muy activo en la región como lo demuestra su participación continua en las diversas conferencias CILCA celebradas en países de iberoamericanos que se han hecho hasta el momento (Chacón, 2008).

Definición del método ACV

El “ACV, Análisis del Ciclo de Vida”, es una metodología científica que ha sido empleada para investigar sobre los impactos ambientales de un producto (de la cuna a

Figura 1.
Ciclo de Vida de un producto.
Fuente: www.cegesti.org/ecodiseno/ciclo.htm



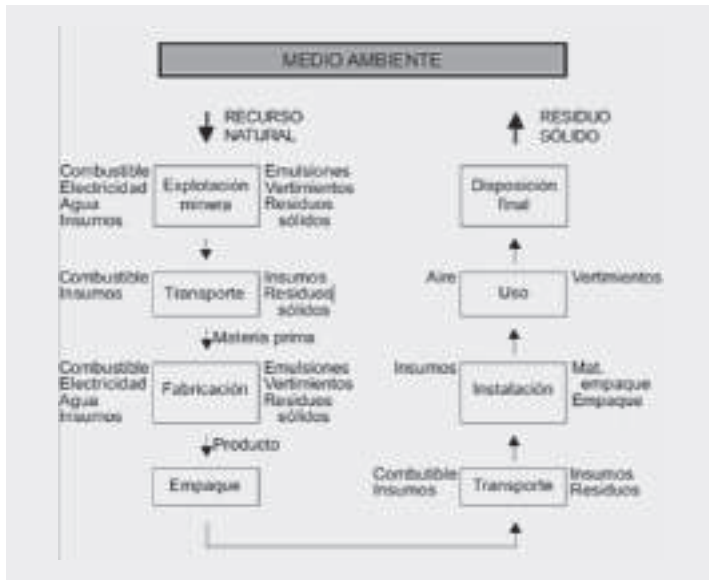


Figura 2.
Análisis de Ciclo de Vida (ACV).
Fuente: CNPLM, 2001
en Romero 2005.

la tumba) –sus materiales, procesos o sistemas– durante toda la vida de dicho producto desde la extracción de las materias primas, hasta el momento en que se deshecha (Ver Fig.1). A partir de este análisis se pueden comparar los impactos medioambientales de diferentes materiales o diferentes procesos o sistemas utilizados en la elaboración, uso y disposición final de un producto.

La herramienta del ACV es relativamente nueva, ya que fue desarrollada en los 60' y es utilizada para la prevención de la contaminación en los 70'. En consecuencia no existen guías o procedimientos específicos a seguir, pero hay una serie de aproximaciones que pueden ser útiles en función de la necesidad a resolver a través del ACV.

El principio básico de la herramienta consiste en la identificación y descripción de todas las etapas del ciclo de vida de los productos, desde la extracción y pre-tratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible re-utilización, reciclaje o deshecho del producto.

Todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, suponen consumo de recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su periodo vital.

Los impactos medioambientales que se valoran habitualmente incluyen categorías tales como: el cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la generación de ozono en la troposfera, la eutrofización, la acidificación y otras muchas.

Se trata de un procedimiento que permite la cuantificación y evaluación de cargas energéticas y ambientales correspondientes a la elaboración de un producto, el cual se realiza identificando las materias primas, la energía utilizada y las emanaciones liberadas al ambiente natural. La valoración se efectúa, por lo general, durante el ciclo de vida del proceso productivo, que incluyen procesos como: extracción de materias primas, fabricación, transporte, distribución, uso del producto, su reciclado, reutilización o disposición final, según sea el caso (Ver Fig.2)

Metodología del ACV

La metodología de Análisis de Ciclo de Vida ha sido ampliamente desarrollada en los últimos años. Los siguientes estándares ISO que han sido publicados o están por publicarse:

- ISO 14040 LCA – Principios, marco de referencia
- ISO 14040 LCA – Metas y alcances, definición y análisis de inventario
- ISO 14040 LCA – Evaluación de impactos de CV
- ISO 14040 LC – Interpretación de Ciclo de Vida

La norma ISO 14040:1997 establece que “el ACV es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto, lo cual se efectúa recopilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio” (Norma ISO 14040 en Romero, 2005)

La metodología considera una serie de fa-

ses de trabajo interrelacionadas, que siguen una secuencia más o menos definida, aunque en ocasiones es posible realizar un estudio no tan ambicioso obviando alguna fase. De acuerdo con la ISO 14040, el ACV consta de cuatro fases: *definición de los objetivos y el alcance, análisis del inventario, evaluación del impacto e interpretación de resultados* (Ver Fig. 3). Las fases activas o dinámicas, en las que se recopilan y evalúan los datos, son la segunda y la tercera. Las fases primera y cuarta pueden considerarse como fases estáticas. A partir de los resultados de una fase pueden reconsiderarse las hipótesis de la fase anterior y reconducirla hacia el camino que ofrezca el nuevo conocimiento adquirido.

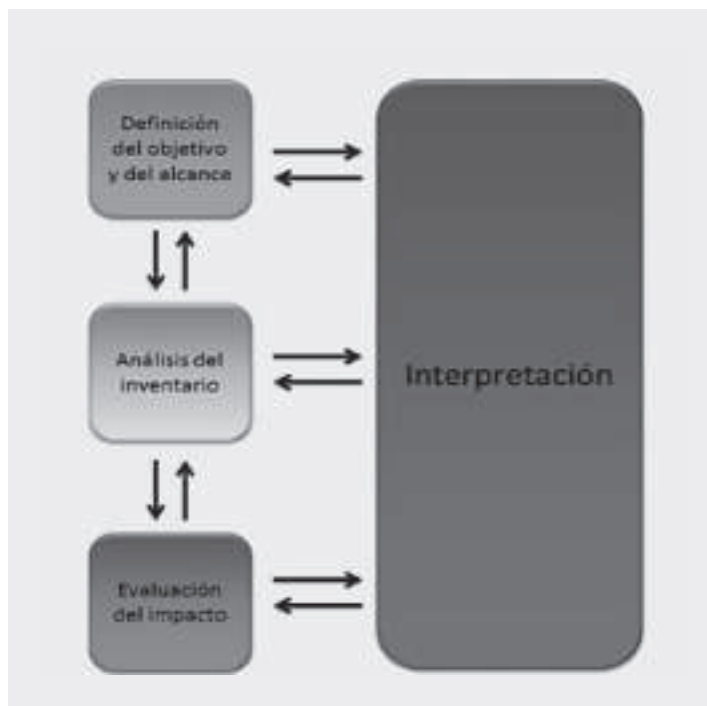
El ACV es, por lo tanto, un proceso que se retroalimenta y se enriquece a medida que se realiza (Romero, 2005).

Las fases de la metodología acv se pueden agrupar en cuatro grandes rubros:

- *Definición de alcances y objetivos* de la investigación propuesta;
- *Análisis de inventario*: Recopilación de información sobre las entradas y salidas relevantes de un sistema (energía, materias utilizadas y residuos vertidos al medio);
- *Evaluación de los potenciales impactos ambientales asociados* a las entradas (energía y materias primas) y salidas (emanaciones al aire, agua y suelo) que inciden en diferentes categorías ambientales: efectos sobre la salud humana, uso de recursos, consecuencias en los ecosistemas, etc.;
- *Interpretación de resultados*, y propuestas para la evaluación e implementación de prácticas de mejora ambiental.

I. Definición y alcance de los objetivos

Esta primera etapa del proceso metodológico se inicia precisando cuáles son los objetivos globales del análisis, y en ellos se establecen: propósito del estudio, producto implicado, público a quien va dirigido, al-



cance o magnitud del estudio (límites del sistema), *unidad funcional*, datos necesarios y tipo de evaluación posterior. Dentro de los límites del sistema se definen cuáles procesos se deberán incluir en el estudio de ACV, definirlos es una elección en parte subjetiva, y se realiza durante la definición de límites. Se pueden considerar los siguientes límites (www.ecoil.tuc.gr):

Límites entre el sistema tecnológico y naturaleza: Un ciclo de vida por lo general se inicia con la extracción de las materias primas y uso de energía de la naturaleza. Las etapas finales normalmente incluyen generación de residuos, emanaciones y/o producción de calor.

Área geográfica: La geografía juega un papel importante en el ACV, ejemplo: Infraestructuras, producción de electricidad, gestión de residuos y sistemas de transporte, varían de una región a otra, por lo cual la sensibilidad de los impactos medio-ambientales también varían entre regiones.

Horizonte de tiempo: Resulta necesario definir no sólo límites espaciales, también los temporales. Originalmente, los análisis de cv se llevan a cabo para evaluar los

Figura 3. Fases de un ACV de acuerdo a las normas ISO 14040 Fuente: Romero, 2003.

impactos presentes y para predecir los escenarios futuros. Las limitaciones de tiempo dependen de las tecnologías utilizadas, la vida de los contaminantes, etc.

2. Análisis del inventario

El ACV de un producto implica a todos aquellos materiales, procesos y sistemas relacionados con la creación y generación del producto. El análisis del inventario ICV, por su parte, consiste en una lista cuantificada de todos los flujos de entrada y salida del sistema durante toda su vida útil, los cuales son extraídos de los ecosistemas naturales o bien emitidos a éstos, se cuantifican los consumos energéticos y materiales del sistema, así como, las emisiones producidas en cada uno de los procesos y sistemas del producto a analizar.

El inventario constituye la recopilación de todas las entradas y salidas relacionadas con la función o producto generado por el proceso de elaboración del producto que se analiza. El inventario comprende todas las fases de recolección y gestión de datos. Resulta conveniente recabar datos de cada uno de los procesos considerados en el ciclo de vida del producto para completar el modelo.

Los métodos empleados para recabar datos deben ser los más apropiados para una rápida captura, localización y posterior validación. Los datos, a su vez, deben siempre estar relacionados con la unidad funcional previamente determinada y de forma periódica deberán ser validados efectuando comparaciones con procesos similares. El registro de emisiones contaminantes al aire, agua y suelo contribuyen de manera significativa en el proceso de cálculo y los materiales y los flujos de energía tienen que ser considerados de manera sistemática e integral para cada proceso, de igual manera que los impactos medioambientales se expresan de forma sistémica.

Al trabajar con la metodología ACV el proceso de recopilación de datos es la etapa que requiere de mayor análisis y tiempo. La reutilización de datos de otros estudios

puede simplificar el trabajo, sin embargo, se debe cuidar que los datos obtenidos sean equivalentes. Muchos sistemas productivos suelen tener tipos de procesos comunes tales como fuentes de energía, tipos de transporte, servicios para tratamiento de residuos o producción de determinadas sustancias químicas y materiales, lo cual facilita el cálculo de ciertos procesos tipo.

No obstante que existen muchos datos disponibles en bases de datos, siempre hay procesos ó que no se han calculado ó cuyos datos no son específicos. Los datos se pueden clasificar en dos tipos:

- Primer plano de datos: Se refiere a datos indispensables para modelizar el sistema, por lo general son datos que describen un producto y un sistema de producción específicos.
- Datos de fondo: Información para insumos genéricos: energía, transporte y sistemas de gestión de residuos, estos datos se encuentran normalmente en la literatura y bases de datos.

Al realizar el análisis de inventario ICV se pueden encontrar dificultades como:

- Se requiere comparar las unidades de proceso analizadas con otros procesos similares a fin de lograr el análisis propio o local.
- Permite relacionar límites que habitualmente están fuera de los flujos de información.
- Todas las cantidades de cada insumo, recursos, energéticos, emisiones contaminantes, etc. de cada unidades de proceso, se medirán para la misma unidad funcional.

Como es de suponerse la validez de los resultados de los estudios de ACV depende mucho de la calidad de los datos recopilados. Es necesario tomar en cuenta los parámetros siguientes: cobertura geográfica, tecnológica, de tiempo, de precisión y la representatividad de los datos, así como la consistencia y reproducibilidad de los métodos utilizados para obtener los datos.

3. La evaluación de impactos

Los datos obtenidos del análisis de inventario ICV son capturados en el *software* seleccionado y el programa realiza, entonces, una clasificación y evaluación de los resultados del inventario, y relaciona sus resultados con efectos ambientales observables.

Durante esta fase del ACV las tareas consisten en asociar cada carga ambiental con su categoría de impacto correspondiente, conforme al *factor de caracterización* que especifica la metodología utilizada. Posteriormente las distintas categorías de impacto son agrupadas en categorías de daño, que se normalizan en el método Eco-Indicador 99 que consideran tres tipos de daños: *salud humana*, calidad del medio ambiente y recursos.

La estructura de esta fase viene determinada por la norma ISO 14042, que se clasifican en elementos obligatorios y opcionales, entre los primeros se mencionan:

- *Clasificación*: de acuerdo con los datos del ICV y conforme a la metodología utilizada las cargas ambientales son asignadas a las distintas categorías de impacto, según el tipo de efecto ambiental, las categorías muestran de forma gráfica los impactos generados.
- *Caracterización*: El objetivo de la modalidad es aplicar modelos a las categorías de impacto para obtener indicadores ambientales.

La caracterización se realiza en función de factores de equivalencia basados al máximo en conocimientos objetivos y técnicos que dependen del método de evaluación de impactos utilizado. También existen elementos opcionales de análisis que pueden emplearse dependiendo del objetivo y alcance del estudio de ACV:

- Normalización, consistente en la comparación de los resultados obtenidos en la etapa de *caracterización* con valores reales

o estimados para una zona o momento determinados, con el fin de evaluar el perfil ambiental resultante.

- *Ponderación o valorización*: Consiste en establecer factores que otorgan importancia relativa a las distintas categorías de impacto en las etapas de *caracterización* y *normalización* para después agregarlas y obtener un resultado ponderado en forma de índice ambiental global del sistema del producto, proceso ó actividad.

El análisis del ICV se considera obligatorio en análisis comparativos. Finalizada la etapa de evaluación de impactos se debe, con los resultados obtenidos en esta fase, realizar una interpretación de los resultados obtenidos y definir, a partir de dichos resultados.

4. La interpretación de resultados

Los resultados obtenidos en las fases anteriores son evaluados de manera congruente con los objetivos previamente definidos al inicio del estudio, con objeto de establecer las conclusiones y recomendaciones más adecuadas para la toma de decisiones por parte del solicitante.

Resulta conveniente señalar que el ACV no sigue una metodología definida, no hay una manera única de realizar una valoración de este tipo. Por el contrario, se pueden tener varias alternativas, y por lo tanto quien realice el estudio debe estar familiarizado con diversos métodos científicos de investigación y con sentido común antes de realizar este tipo de estudio.

Aplicación del ACV

La metodología ACV nos permite realizar análisis comparativos de impactos ambientales, entre materiales de construcción industrializados como el Panel w y otros paneles alternos elaborados con materiales

UNIDAD FUNCIONAL	FLUJOS DE REFERENCIA		
	Flujos	Materia prima	Rendimiento
3m ²	Panel W	Aluminio (kg)	1.5 kg/m ²
	Perf.	Aluminio (kg)	6.75 kg/m ²
	Brk	Aluminio (kg)	0.25 kg/m ²
	Perf.	Aluminio (kg)	0.25 kg/m ²
	Perf.	Aluminio (kg)	0.25 kg/m ²

Tabla 2. Definición de la unidad funcional y de los flujos de referencia. Fuente: Tesis MFPG

de desecho como los envases “pet” y “tetrabrik” (usados como encapsuladores de aire) y que para su conformación son enmarcados con perfiles metálicos. Mediante el empleo del ACV se pueden comparar los impactos al medio ambiente causados por materiales industrializados como los es el Panel w y otros alternos, que pueden desarrollar funciones similares en la cons-

INVENTARIO COMPARATIVO GENERAL DE ENTRADAS DE MATERIALES 3 M ² DE PANEL (1,22x2,44 mts, 8'x 4')				
Materias Primas	PANEL W	PANEL PET	PANEL BRIC	Unid.
	3M ²	3 M ²	3M ²	
Acero/Alum.	8.5	4.25	4.25	kg
Poliestireno	1.75			kg
Aguá	0.0075	0.0075	0.0075	m ³
Arena	0.022	0.022	0.022	m ³
Cemento	9.68	9.68	9.68	kg
Soldadura/energía	7.3183	7.3183	7.3183	MJ
Combustible(PS)	0.2533			kg
energía(PS)	0.185			
Perfiles/alu		5.72	5.72	kg
envases PET		1.25		
Envase tetrabrik			1.53	g

Tabla 3. Inventario de entradas. Fuente: Tesis MFPG

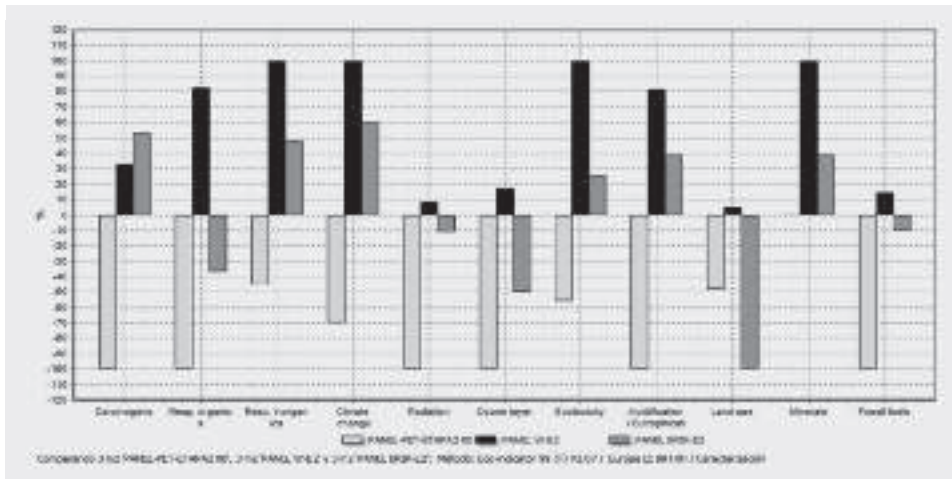
trucción, y que son elaborados a partir del empleo de materiales reciclables como pet o tetrabrik, pero que también pueden ser utilizados como insumos en la manufactura de componentes constructivos como los muro-paneles que han sido desarrollados como componentes constructivos alternos más sustentables.

Por otra parte, el uso de energía en el sector de la construcción constituye uno de los insumos de más alto impacto ambiental, ya que se trata de un elemento imprescindible en cualquier proceso productivo. El consumo de energía, en sus diversas formas de generación, se traduce, entonces, en emisiones de CO², gas carbónico que, permite valorar algunas de las consecuencias ambientales de las diferentes fuentes implicadas en estos procesos. El aumento constante de emisiones de CO² y otros gases como los llamados de *efecto invernadero* (GEI) elevan la concentración de estos compuestos en la atmósfera, causando de forma artificial un incremento del efecto invernadero que, en parte, son el origen de los recientes cambios climáticos en el planeta.

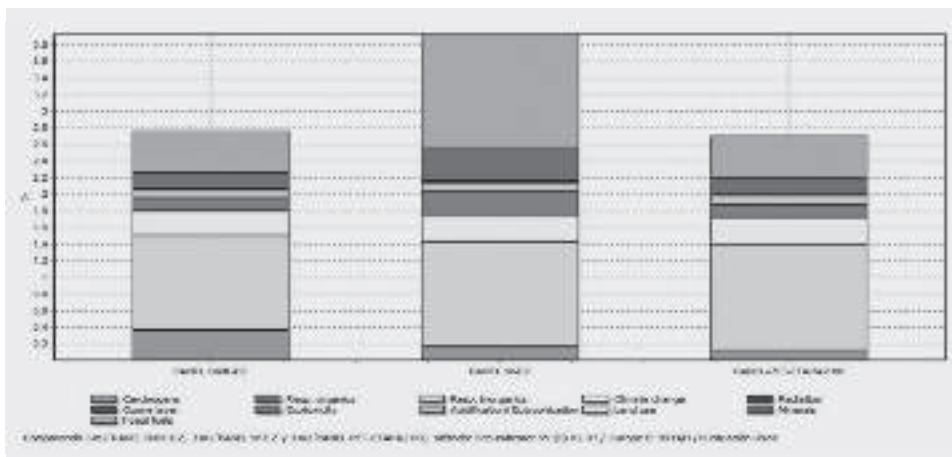
La función principal de los paneles consiste en separar espacios habitables, y la *unidad funcional* se define de acuerdo a las medidas estándar del panel W, 3 m². (1.22 x 2.44 mts.), cuyo periodo de vida útil se considera en 20 años. Su componente principal es la placa de poliestireno reforzada con una malla de alambre, mientras que, para los paneles alternos sus insumos son los envases “pet” y “tetrabrik” y malla de gallinero la cual se fija a un marco metálico y posteriormente todos los paneles son recubiertos con mortero cemento- arena 1:5.

En la tabla 2 se muestran los *flujos de referencia* necesarios para satisfacer 3m² de unidad funcional previamente establecida (ISO 14040, 2006). Por lo tanto, los flujos de referencia para cada panel analizado están determinados de acuerdo a las cantidades en peso de cada insumo (placa de poliestireno, refuerzo de alambre, envases de “pet”, “tetrabrik”, mallas de alambre, perfil metálico, energía eléctrica etc.) que se requieren para conformar 3m² de unidad funcional (Ver tabla 3).

La fase de evaluación de impactos está regida por la norma (ISO 14042, 2000) que indica elementos de análisis de tipo obligatorio y otros opcionales. Para los obligatorios se considera la modalidad de *caracterización*; y como opcionales *puntuación* única, ponderación y normalización; dependiendo de



Gráfica 1. Evaluación comparativa de impactos revisados bajo la modalidad de caracterización. Fuente: Tesis MFGP



Gráfica 1. Evaluación comparativa de impactos revisados bajo la modalidad de puntuación. Fuente: Tesis MFGP

los objetivos y el alcances propuestos. Para el caso de estudio se consideran para la evaluación de impactos las modalidades de caracterización y la de puntuación única.

En la gráfica de *caracterización* se observan datos negativos resultado de la presencia de algunos insumos considerados como recuperados (envases “pet” y “tetrabrik”) que no participan como materia prima en la elaboración de los paneles alternos. Por otra parte, el Panel W genera los mayores impactos ambientales, seguido en algunas categorías por el panel “tetrabrik”.

Desde luego que en los resultados de *puntuación única* el Panel W acumula el mayor puntaje de impactos siendo la categorías de combustibles fósiles la de mayor incidencia, mientras que los impactos de los paneles alternos son mínimos en razón

de que materias primas (“pet” y “tetrabrik”) no se consideran en la valoración, ya que no fueron producidos para este uso alternativo.

En la modalidad de *caracterización* las gráficas presentan datos en porcentajes relativos; elevando al 100% aquel producto que tenga mayor relevancia en la categoría de impacto evaluada y el resto de los productos en la proporción que les corresponda según su impacto. Por su parte, en la modalidad de *puntuación única* las valoraciones de los impactos se expresan para cada insumo o proceso, acumuladas todas las categorías en los llamados eco-puntos.

En las evaluaciones de impacto ambiental del análisis comparativo realizado, se puede señalar que, en ambas valoraciones, el componente constructivo tipo panel W industrializado presenta las mayores inci-

dencias de impacto en la mayor parte de las categorías.

Como anteriormente se ha mencionado la interpretación es una descripción de los resultados obtenidos en un ACV, en ésta se combinan los datos del análisis de inventario y la evaluación de impactos. Para el análisis comparativo que nos ocupa, la interpretación también se puede describir de acuerdo a los objetivos y alcances de la investigación y bajo el enfoque de comparación en las modalidades de: *caracterización y puntuación única*.

En una primera etapa de análisis, que corresponde al transporte de insumos de los paneles alternos, los mayores impactos se cargan a la categoría de combustibles fósiles, debido al uso de gasolina o diesel en los transportes de materias primas. De igual manera el transporte de insumos del panel W generan impactos altos, similares a los causados por los paneles alternos, en la misma categoría.

A su vez, en la segunda etapa, es decir en la fase de producción o manufactura de los paneles, se observan impactos considerablemente mayores en el panel W industrializado, que fundamentalmente afectan la categoría de combustibles fósiles mientras que en su comparativo con los paneles alternos se observan impactos ambientales bajos en ambas modalidades de análisis. Desde luego que los “*impactos negativos*” observados, en las gráfica 1, del “panel-pet” y del panel-brik son resultado de los llamados “*productos evitados*”, es decir materiales de desecho que son reutilizados en la manufactura de paneles que generan cargas ambientales negativas en virtud de que dichos insumos no fueron producidos particularmente para la elaboración de los paneles.

Conclusiones

En la actualidad no es posible concebir el diseño de espacios arquitectónicos y urbanos, de objetos, o de imágenes gráficas considerando solamente los aspectos de utilidad, estéticos o económicos del producto,

resulta necesario incorporar nuevas metodologías que nos permitan tomar decisiones objetivas sobre aquellos insumos que tengan menores efectos dañinos sobre el medio ambiente.

El ACV no es la única herramienta para analizar los deterioros ambientales, pero el real valor de ACV es la articulación entre el criterio ambiental a través de todo el ciclo de vida de los productos y las estrategias de los diseñadores para reducir las cargas ambientales en los ecosistemas en los que se trabaja. El ACV puede proveer a un diseñador de valiosa información en el caso de evaluar un insumo de manera integral sobre la eficiencia en el uso de los recursos y manejo de desperdicios, etc.; incluso se pueden analizar las implicaciones de determinados insumos acerca de efectos tóxicos sobre la salud humana y sus efectos. El ACV puede ayudar, además, a las empresas de diseño a generar ventajas competitivas a través del ahorro de costos, y mejora de la imagen, ya sea de la empresa o de un producto determinado.

Bibliografía

- Arista Glez. Gerardo, *La autoproducción social participativa. Género femenino, financiamiento y tecnologías alternas*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México, 2009.
- Chacón V. Raúl, *Historia ampliada y comentada de Análisis de Ciclo de Vida*, Revista Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008.
- Posadas García Ma. Fernanda, *Análisis de Ciclo de Vida de materiales y tecnologías sustentables para vivienda social*, Tesis de licenciatura, CAHS, Facultad de Arquitectura, UASLP, 2011.
- Romero R. Blanca, *El Análisis de Ciclo de Vida y la gestión ambiental*, Boletín IIE, Tendencias tecnológicas, 2003

Mediografía

<http://es.csostenible.net>
www.mitecnologico.com
www.cegesti.org/ecodiseno/ciclo.htm
www.ecoil.tuc.gr

