

# CRITERIOS PARA LA EVALUACION AMBIENTAL DE LAS EDIFICACIONES

**Rubén Alcides López Santacruz (\*)**

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Asunción – Campus Universitario

San Lorenzo – Paraguay

[rlopez@ing.una.py](mailto:rlopez@ing.una.py)

## RESUMEN

La industria de la construcción necesita adecuar las edificaciones a las condiciones ambientales locales buscando mejorar o mantener la calidad de vida de los usuarios con el uso racional de los recursos naturales y el consumo de energía, que no afecten al desarrollo sustentable de la región. Para ello es necesario adoptar criterios para evaluar y medir desde el punto de vista ambiental las edificaciones que contemple los procesos de construcción, utilización y mantenimiento de una obra de infraestructura. El presente trabajo propone criterios para la evaluación ambiental de las edificaciones que pueden ser útiles a nivel local o regional con indicadores que servirán para medir el nivel de calidad de las edificaciones desde el punto de vista ambiental.

**PALABRAS CLAVES:** Evaluación Ambiental, ACV, Edificaciones, Impacto Ambiental

## ABSTRACT

The Construction Industry needs to adequate their buildings to the local environmental conditions looking for improve or maintain the quality of life of their occupants with the rational use of the natural resources and the consumption of energy that do not affect the regional sustainable development. For that reason, it is necessary to adopt criteria to evaluate and measure from the environmental point of view buildings through all processes (construction, utilization, and maintenance). The present article proposes criteria to evaluate the environmental impact that could be useful for local and regional context.

**KEYWORDS:** Environmental Assessment, LCA, Buildings, Environmental Impact

(\*) Ing. Civil MSc – Docente Investigador – Universidad Nacional de Asunción

## 1. INTRODUCCION

La mayoría de las actividades que posibilitaron el desarrollo económico de la humanidad se han realizado sin tener como base una explotación racional y equilibrada de los recursos disponibles que desencadenaron en un proceso de deterioro del medio ambiente, evidenciándose en el agotamiento de los suelos, los cursos de agua contaminados, especies en vías de extinción y la deforestación. Además del agotamiento de los recursos naturales utilizados para la producción se produjo también un aumento considerable de la cantidad de productos de desecho que se convierten en contaminantes.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que se realizó en Río de Janeiro (Brasil) en el año 1992 se resaltó la importancia y urgencia de adoptar medidas para proteger el medio ambiente y encontrar la interacción entre personas-medio ambiente que asegure el desarrollo sostenible de la sociedad humana. En esta reunión se redacta el documento Agenda 21 en la cual toma fuerza esta frase de desarrollo sostenible donde involucra y compromete a todas las ciencias para que tomen conciencia de su importancia y la empleen en sus actividades cotidianas.

El CIB "Conseil International du Bâtiment", uno de los principales organismos internacionales ligados a la construcción reconoce la importancia del aspecto ambiental dentro de la construcción e inicia en 1995 un análisis profundo de la situación en la búsqueda de un compromiso internacional en investigaciones e innovaciones que tiene como objetivo principal alcanzar la construcción sostenible por la influencia que puede ejercer en el futuro de las construcciones a nivel mundial para acompañar el deseo de alcanzar un desarrollo sostenible.

### DESARROLLO SOSTENIBLE

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo WCED (World Commission on Environment and Development) en su "Brundtland Report" de 1987 define el desarrollo sostenible como "la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades".

La industria de la construcción está muy ligada al desarrollo sostenible porque en el proceso de construcción, así como en el producto final que es el ambiente construido se produce un consumo de recursos, se utiliza energía y se generan desechos.

Probablemente ningún sector tenga mayor potencial de contribución para lograr el desarrollo sostenible que la construcción, pero este sector es muy amplio y su organización es compleja y se encuentra muy fragmentada. La aplicación de medidas dirigidas a alcanzar la construcción sostenible requiere de una estrecha colaboración entre varios profesionales, gremios y organismos de decisión. (Bakens, 2003)

El proceso de construcción y el ambiente construido tiene varios impactos sociales y ambientales (Tabla 1). Mientras la mayoría de las estadísticas relacionadas con estos impactos se refieren a países desarrollados, los expertos estiman que los efectos de estos impactos son peores en los países en desarrollo.

**Tabla 1. Principales impactos sociales y ambientales de la construcción y los edificios**

- Consumo y extracción de recursos.
- Alteración del uso del suelo, incluyendo la deforestación.
- Polución sonora.
- Consumo de energía y emisión de gases.
- Otras emisiones internas y externas.
- Degradación estética.
- Consumo de agua y generación de aguas residuales.
- Mayores necesidades de transporte.
- Varios efectos del transporte de materiales de construcción, localmente y globalmente.
- Generación de desechos
- Oportunidades de corrupción.
- Desorganización de las comunidades, por el uso de materiales y diseños inapropiados.
- Riesgos de salud en las obras y para los ocupantes de las construcciones.

Fuente: Revista Industry and Environment del PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Vol 26 N° 2 (Abr - Set 2003)

El mayor desafío que enfrenta ahora el gremio de la construcción es la de proveer viviendas adecuadas para la creciente población mundial y toda la infraestructura necesaria de transporte, comunicaciones, provisión de agua y energía, disposición de los desechos que la población utiliza para el desarrollo de sus actividades

comerciales e industriales minimizando los impactos que puedan ocasionar sobre el medio ambiente. (Agenda 21 sobre Construcción Sostenible, CIB, 1999)

## LA EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CONSTRUCCION

La industria de la construcción civil ejerce impacto significativo sobre la economía de una nación y por tanto, pequeñas alteraciones en las diversas fases del proceso constructivo pueden promover, además de cambios importantes en la eficiencia ambiental y reducción de los gastos operacionales de una obra, mayor incentivo en inversión del sector. En este mercado de competitividad creciente y sometida a instrumentos de comando de control (legislación y normas) y de mejoría continua, la elección de materiales de construcción presenta un importante campo de la ingeniería ambientalmente responsable.

Para minimizar los impactos ambientales de la construcción, en primer lugar debemos identificarlos y cuantificarlos. Una de las formas de reducir los impactos ambientales asociados a las edificaciones es la elección de los materiales, de los componentes y de los sistemas constructivos con mejor desempeño ambiental. Existen varios métodos y herramientas que permiten la evaluación de impactos ambientales de materiales de construcción. Uno de los métodos más completos de análisis de los impactos ambientales producidos por los diferentes materiales de construcción es el ACV (Análisis del Ciclo de Vida). En el ACV se parte del principio de que dos materiales comparados entre sí cumplan la misma función, para luego evaluarlos desde la óptica ambiental. El resultado de este análisis asociado a los resultados de evaluación económica y en sintonía con las preferencias de los interesados, permitirá la toma de decisión final sobre cual será el material a utilizar.

### PRINCIPIOS DEL ACV

El ACV consiste en el análisis y en la comparación de los impactos ambientales causados por diferentes sistemas que presentan funciones similares. En otras palabras, sobre la óptica ambiental, ella establece inventarios tan completos cuanto sea posible del flujo de materia (o energía) para cada sistema y permite la comparación de esos inventarios entre sí, sobre la forma de impactos ambientales.

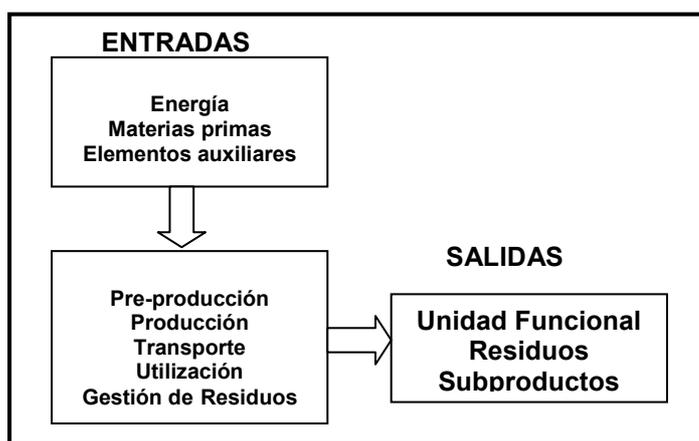


Figura 1. Representación esquemática del ACV

## 2. EL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA

El ACV está hoy normalizada por un conjunto de normas de la serie ISO14000. La ISO 14040 establece los principios generales, la ISO 14041 aborda la definición de objetivos, el alcance y análisis del inventario, la ISO 14042 aborda la evaluación de impactos ambientales, la ISO 14043 busca la interpretación del ciclo de vida, la ISO 14047 presenta ejemplos de aplicación, la ISO 14048 considera el formato de presentación de los datos y finalmente la ISO 14049 que provee ejemplos de aplicación específicamente a la definición de objetivos.

### 2.1 ETAPAS DEL ACV

La metodología general del ACV comprende de cuatro etapas (ISO, 2006):

**2.1.1 La definición del objetivo y alcance**, en el que se describe el propósito del estudio y su profundidad. Cuando se realiza de forma clara y consistente con la aplicación del estudio, la definición de objetivos auxilia en la especificación de informaciones necesarias a las etapas posteriores, como en la fase de recolección de datos y en la obtención de resultados más confiables y precisos. Se puede comparar productos con un mismo uso, pero constituidos por materiales y procesos diferentes, o comparar procesos distintos para la obtención de productos (o servicios) con una misma función. (Soares, de Souza, Pereira, 2006)

**2.1.2 El análisis de inventario**, en el que se identifica y cuantifica los datos ambientales de entrada y salida asociados al producto durante toda su vida entera. Los datos de entrada (inputs) incluyen el agua, energía, suelo y otros recursos. Los

datos de salida (outputs) incluyen los desechos lanzados al aire, al suelo y al agua.

2.1.3 **La evaluación ambiental**, en el que se caracteriza este flujo de inventarios en relación a sus respectivos impactos ambientales

2.1.4 **La interpretación** en el que se combina los impactos ambientales de acuerdo a los objetivos del estudio del ACV

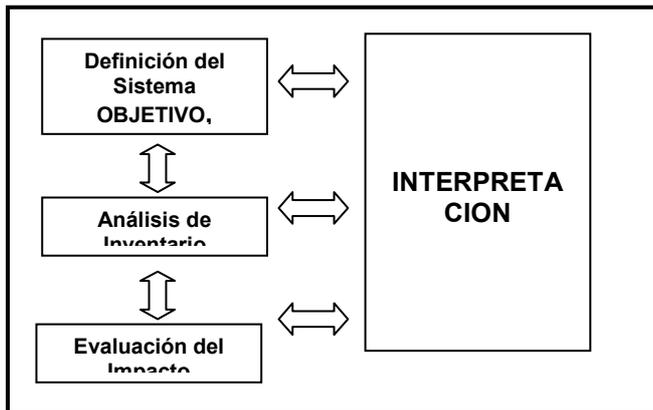


Figura 2. Procedimiento para la realización de un ACV

### 3. La construcción civil y el ACV

La aplicación del ACV frecuentemente integrados a los proceso de toma de decisiones en los sectores empresarial e industrial puede ser también de utilidad para la industria de la Construcción Civil, debido a que ocurre impactos ambientales en las diversas fases (extracción, fabricación de materiales, proceso constructivo, proceso de renovación y hasta en el proceso de demolición de la construcción).

El principal aspecto diferencial con productos industriales es el factor tiempo, ya que los productos industriales requieren de un pequeño periodo de tiempo y las construcciones son productos que tienen una vida útil de años, décadas y hasta siglos.

Vida útil media	Procesos de construcción específicos
1 a 3 años	Proyecto y construcción de la edificación
3 a 5 años	Tiempo de mantenimiento y uso
10 a 15 años	Tiempo medio de uso y renovación parcial
30 a 50 años	Tiempo total de uso y renovación total
80 a 120 años	Tiempo de vida útil de los sistemas estructurales de las edificaciones
Superior a 150 años	Tiempo de vida útil de los monumentos

Cuadro 1. Procesos de construcción civil y respectivos tiempos de vida útil  
Fuente: Comisión Europea (1997)

Para utilizar el principio del ACV tendríamos que comparar materiales que cumplen una misma función y analizar el impacto que cada uno de ellos provoca al ambiente como una de las variables de análisis para la elección de material.

Para aplicar este principio para su uso habitual en nuestros procesos de análisis y elección de materiales se puede hacer uso de inventarios de diferentes materiales que ya fueron analizados y que esta disponible en diferentes bancos de datos, como ser Sima-pro (<http://www.simapro.com>), Gabi IV (<http://www.pe-europe.com>), Team ([www.ecobalance.com/uk\\_team.php](http://www.ecobalance.com/uk_team.php)), Umberto (<http://www.umberto.de/en/>) (Ecoinvent (<http://www.ecoinvent.ch/>), Buwal (<http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/eng/index.html>), Franklin (<http://www.fal.com/>), etc.)

Existen varios métodos y herramientas que permiten la evaluación de impactos ambientales de materiales de construcción. Una de estas herramientas es el BEES 4.0, basado en el método del Análisis de Ciclo de Vida, el cual fue desarrollado por la Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) y adoptada por la ISO 14.000.

### 2. LA METODOLOGIA BEES

Una de las metodologías más completas basadas en el ACV y utilizada en la Construcción Civil es la metodología BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability) que fue desarrollado por el National Institute of Standards and Technology (NIST), organismo dependiente

del gobierno de los EE.UU., a través de su Building and Fire Research Laboratory.

La metodología BEES plantea un enfoque multidimensional del Análisis del Ciclo de Vida. Considera múltiples impactos ambientales y económicos sobre la vida entera del producto de construcción. Considerar los múltiples impactos y los estados del ciclo de vida es necesario porque las decisiones de selección de materiales están basadas en impactos individuales o estados que pueden ocultar otros que pueden causar igual o mayor daño. En otras palabras, es necesario un enfoque multidimensional del ciclo de vida para tener un análisis comprensivo y balanceado.

Es generalizado que la selección de productos está basada sobre el mínimo impacto económico de los materiales de construcción existentes en el mercado. El desempeño ambiental no puede ser medido en una escala monetaria. La metodología BEES mide el desempeño ambiental utilizando el ACV, siguiendo las guías de la ISO 14040 que determina los estándares para el ACV (ISO 14040, 2006) El desempeño económico es dimensionado de forma separada utilizando el ASTM International Standard Life-Cycle Cost (LCC) (ASTM, 2005). Estos dos desempeños son medidos y sintetizados en una única medida de desempeño utilizando el estándar ASTM for Multiattribute Decision Analysis.

Para la utilización de la metodología BEES es necesaria la cuantificación de un gran número de flujos o envíos al ambiente tales como agua, energía, materia prima, emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos para el suelo durante todo el ciclo de vida de la edificación, desde la obtención de la materia prima hasta la demolición. Uno de los problemas enfrentados en la aplicación de esta metodología y otras existentes, es la falta de datos específicos para la realidad nacional que puedan ser utilizados en la aplicación de los mismos.

### 3. CRITERIOS PARA EVALUAR AMBIENTALMENTE LAS EDIFICACIONES.

Los criterios para evaluar ambientalmente las edificaciones están en función a los parámetros de incidencia sobre el medio ambiente de las edificaciones a lo largo de su vida útil.

Para el proceso de evaluación ambiental utilizando el ACV existen varios modelos de evaluación de los impactos:

- Inventario de Uso Directo
- Método de los volúmenes críticos
- Métodos de la escasez ecológica
- Sistema de lasa prioridades ambientales
- Método del Eco-Indicador 99
- Método de los Problemas Ambientales.

Para la utilización de la metodología BEES se basa en el Método de los Problemas Ambientales por la generalización del uso de esta metodología entre los científicos y usuarios del ACV (Owens, 1997). La EPA de los EE.UU. a través de su Oficina de Investigación y Desarrollo ha desarrollado el TRACI (Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts), una serie de impactos que fueron adoptados por la versión 4.0 de la BEES. Diez de los once impactos que propone el TRACI siguen el enfoque de los Problemas Ambientales que son: Potencial de Calentamiento Global, Potencial de Acidificación, Potencial de Eutrofización, Deterioro de los Combustibles fósiles, Alteración del Hábitat, Poluyentes del Aire, Salud Humana, SMOG, Deterioro de la Capa de Ozono y la Toxicidad Ecológica. El undécimo impacto que es el de Remesa de Agua la utiliza desde el enfoque del Uso de Inventarios. El BEES también evalúa la Calidad del Agua Interna, un impacto no incluido en el TRACI porque es algo único para la industria de la construcción. Este impacto se basa en el enfoque del Uso de Inventarios.

Impacto	Valor de Normalización
1) Potencial de Calentamiento Global	25 582 640.09 g CO2 equivalentes/año/capita
2) Potencial de Acidificación	7 800 200 000.00 milimoles H+ equivalentes/año/capita
3) Potencial de Eutrofización	19 214.20 g N equivalentes/año/capita
4) Deterioro de los Combustibles fósiles	35 309.00 MJ energía/año/capita
5) Alteración del Hábitat	0.008375 A&P Número/Ha/capita
6) Poluyentes del Aire	19 200.00 micro DALYs/año/capita
7) Salud Humana	274 557 555.37 g C7H8 equivalentes/ año/capita
8) SMOG	151 500.03 g NOx equivalentes/año/capita
9) Deterioro de la Capa de Ozono	340.19 g CFC-11 equivalentes/año/capita
10) Toxicidad Ecológica	81 646.72 g 2,4-D equivalentes/año/capita
11) Calidad del Aire Interior	35 108.09 g TVOCs/año/capita

Tabla 1 Valores de Normalización de BEES

## **CONCLUSIONES**

Se observa que la tendencia actual para la evaluación de los impactos ambientales requiere de una evaluación cuantitativa de los mismos en base a los efectos que producen efectivamente en el ambiente. Para ello es necesario introducir las herramientas modernas de cuantificación de dichos impactos para los materiales locales utilizados, ya que existen bancos de datos de los cuales podemos obtener los impactos producidos por los materiales de uso internacional de los inventarios de diferentes instituciones dedicadas a la investigación.

Además de una exigencia legal de la realización de los EVIA para edificaciones de envergadura según consta en la ley vigente, es necesario que se utilicen metodologías científicas para cuantificar los impactos producidos por las edificaciones e iniciar trabajos de investigación de los impactos ambientales producidos por los materiales locales para poder utilizar y/o adaptar las metodologías a las realidades locales.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

EUROPEAN COMMISSION. Directorate General XII for Science, Research and Development. Environmental impact of buildings: application of the life cycle analysis to buildings. Paris: Center for Energy Studies, 1997. 145 p.

SOARES, de SOUZA, PEREIRA. Cap. 4. Evaluación del Análisis del Ciclo de Vida en el contexto de la Construcción Civil. Colección HABITARE. Vol 7. Construcción y Medio Ambiente. ANTAC, Porto Alegre. 296 pag. 2006

(ISO) International Organization for Standardization, Environmental Management--Life-Cycle Assessment--Principles and Framework, International Standard 14040, 2006.

ASTM International, Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems, ASTM Designation E917-05, West Conshohocken, PA, 2005.

OWENS, J. et al, Life-Cycle Impact Assessment: The State-of-the-Art, 1997.