

## CONCEPTOS DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) EN LA CONSTRUCCIÓN

El **Análisis del Ciclo de Vida (ACV)** es un proceso para evaluar, de la forma más objetiva posible, “las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno, con el objeto determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, así como para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental”.

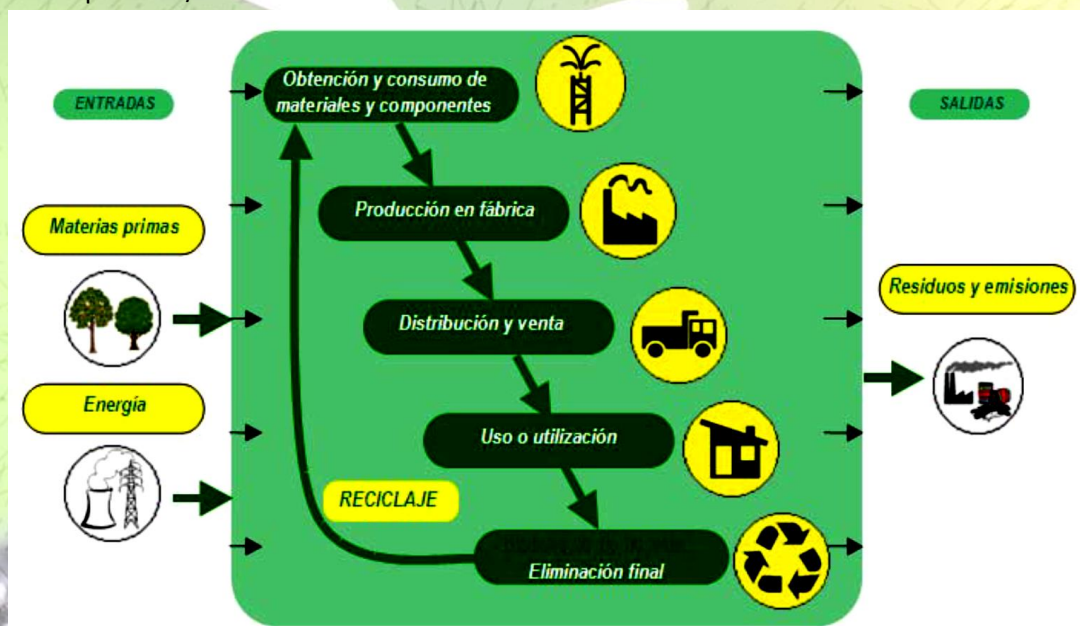
El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad (enfoque holístico), teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesamiento de materias primas; producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento; y reciclado y disposición del residuo.» (SETAC, s.f.)<sup>[2]</sup>.

De esta forma un ACV completo permite atribuir a los productos «todos los efectos ambientales derivados del consumo de materias primas y de energías necesarias para su manufactura, las emisiones y residuos generados en el proceso de producción así como los efectos ambientales procedentes del fin de vida del producto cuando este se consume o no se puede utilizar».<sup>1</sup>

Los elementos que se tienen en cuenta dentro del ACV comúnmente se conocen como **inputs/outputs (entradas/salidas)**.

**Inputs/entradas:** Uso de recursos y materias primas, partes y productos, transporte, electricidad, energía, etc., que se tienen en cuenta en cada proceso/fase del sistema.

**Outputs/salidas:** Emisiones al aire, al agua y al suelo, así como los residuos y los subproductos que se tienen en cuenta en cada proceso /fase del sistema.



<sup>1</sup> <http://habitat.ag.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

<sup>2</sup> “ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLA DE CARBONO”. Ponencia del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.

## ORÍGENES DEL ACV

El origen de este estudio se remonta hacia los años 1960 (época en la que se registró un alza en los precios de los combustibles energéticos), para cuando era más importante saber la cantidad de consumo de energía de un producto, que los impactos por la contaminación que generaba su producción ó la disposición y el destino de sus residuos. Enfoque originado por una crisis mundial de petróleo.

Hoy en día el Análisis del Ciclo de Vida es un método que está sujeto a muchas complicaciones relacionadas con la complejidad de su interpretación y la subjetividad con la que puede ser realizado; sobre todo porque en muchas ocasiones el resultado suele no ser lo suficientemente coherente en sus partes, ya que nos podemos encontrar con que *“el análisis incide sobre una gran diversidad de variables que no poseen siempre el mismo sentido, es decir, puede darse el caso de que la mejor opción energética no sea la que genere menos residuos o emisiones”*<sup>3</sup> lo que le aporta tintes de complejidad al momento de ocuparlo como base para decisiones. Por otra parte la subjetividad puede tener que ver con *“el establecimiento de los límites del sistema, la selección de la fuente de datos ó las categorías de impacto.”*<sup>4</sup>

*Existen otras dos mediciones que complementan y acompañan al ACV; se trata del Inventario de Ciclo de Vida (ICV) y de la Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida (EICV), que en conjunto y al finalizar todos sus procedimientos deberían proporcionar resultados que sean coherentes con el objetivo y el alcance definidos, que lleguen a conclusiones, expliquen limitaciones y proporcionen recomendaciones.*<sup>5</sup>

## RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LAS EMPRESAS

Actualmente, gracias a cierta inquietud en los consumidores (sobre todo de los países desarrollados), las responsabilidades legales, sociales y políticas que pueden implicar los impactos ambientales, y a algunas medidas que empiezan a tomarse, como el ecoetiquetado, ciertas empresas empiezan a interesarse por el ACV; especialmente en realizar estudios comparativos para determinar las ventajas y desventajas medioambientales relativas de productos que pueden desarrollar la misma función. Esto les permite identificar hacia dónde deberían dirigir prioritariamente los esfuerzos para minimizar dichos impactos, al tiempo que ofrecen una imagen de preocupación por el medio ambiente al consumidor.<sup>6</sup>

## MARCO DE REFERENCIA METODOLÓGICO

Para desarrollar un Análisis de Ciclo de Vida se deben aplicar los requisitos de la norma **ISO 14040** (**“Gestión ambiental, Análisis de ciclo de vida, Principios y marco de referencia”**), que fue concebida por el **CEN** (**Comité Europeo de Normalización**, integrado por 29 países europeos) y la cual ha sido editada en Español por la **Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)** en el año 2006.

<sup>3</sup> <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

<sup>4</sup> <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

<sup>5</sup> UNE-EN ISO 14040:2006

<sup>6</sup> <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

## ALCANCES DE UN ACV

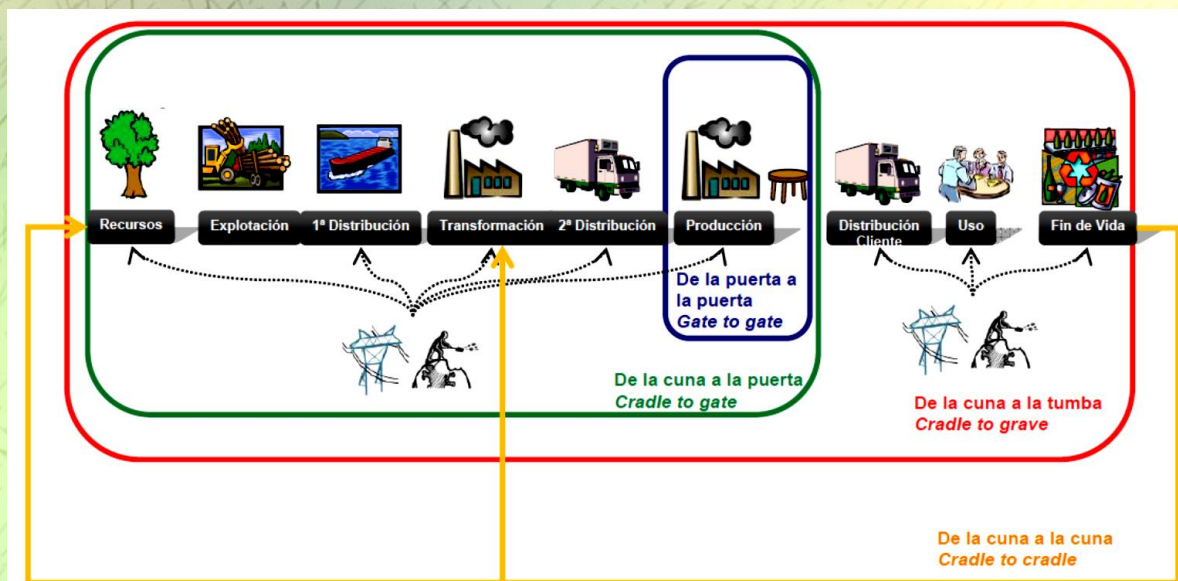
El ACV de un producto debería incluir todos los inputs y outputs de los procesos que intervienen en su ciclo de vida, desde las materias primas necesarias para su elaboración, hasta su reciclaje o disposición final, sin embargo existen varias opciones para establecer los límites de estudio en cada proyecto particular. A cada caso se le ha asignado un nombre común según su extensión:

*“De la cuna a la tumba”*: ACV completo que va desde la extracción y adquisición de materias primas, pasando por todas las etapas de producción, manufactura, uso, reciclaje y gestión final.<sup>7</sup>

*“De la cuna a la puerta”*: Análisis limitado a las entradas y salidas del sistema desde el punto de obtención de las materias primas, hasta que el producto se pone en el mercado (a la salida de la planta de fabricación/montaje).<sup>8</sup>

*“De la puerta a la puerta”*: Sólo tiene en cuenta las entradas y salidas del sistema productivo (procesos de manufactura y/o fabricación).<sup>9</sup>

*“De la cuna a la cuna”*: Nuevo enfoque basado en tener en cuenta que las corrientes de salida del fin de vida del sistema pueden ser valoradas como materias primas y/o entradas (inputs) al mismo sistema o a otro.<sup>10</sup>



\*Terminología relacionada con el alcance de un ACV.<sup>11</sup>

<sup>7</sup> “ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLA DE CARBONO”. Ponencia del Depto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.

<sup>8</sup> “ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLA DE CARBONO”. Ponencia del Depto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.

<sup>9</sup> “ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLA DE CARBONO”. Ponencia del Depto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.

<sup>10</sup> “ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLA DE CARBONO”. Ponencia del Depto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.

<sup>11</sup> “ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLA DE CARBONO”. Ponencia del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.

## ETAPAS DEL CICLO DE VIDA

Cuando se establecen los límites del sistema, se deben considerar las etapas del ciclo de vida que se analizarán en el ACV.

Los criterios utilizados para establecer los límites del sistema son importantes para el grado de confianza en un estudio y la posibilidad de alcanzar su objetivo. Según la edición 2006 de la norma EN ISO 14040:2006, "Cuando se establecen los límites del sistema se deben considerar varias etapas del ciclo de vida, procesos unitarios y flujos, como por ejemplo los siguientes:

- ~ *Adquisición de materias primas*
- ~ *Entradas y salidas en la secuencia principal de fabricación/procesamiento*
- ~ *Distribución/transporte*
- ~ *Producción y utilización de combustibles, electricidad y calor*
- ~ *Utilización y mantenimiento de productos*
- ~ *Disposición de los residuos del proceso y de los productos*
- ~ *Recuperación de productos utilizados (incluyendo reutilización, reciclado y recuperación de energía)*
- ~ *Producción de materiales secundarios*
- ~ *Producción, mantenimiento y desmantelamiento de equipos*
- ~ *Operaciones adicionales tales como iluminación y calefacción.*"<sup>12</sup>

Derivado de ésta lista, algunos autores españoles interpretan de acuerdo a cada caso las etapas que deben considerarse. Como ejemplo tenemos la siguiente propuesta de etapas a considerar para analizar el ciclo de vida de un producto:<sup>13</sup>

1. **Adquisición de materia prima:** etapa de actividades de acción directa sobre el medio natural. En este punto se incluye el material no renovable, el agua y la biomasa de recolección.
2. **Procesamiento de material a granel:** tratamiento de la materia prima (separación y purificación por ejemplo) para adecuar los materiales a transformaciones posteriores.
3. **Producción de materiales técnicos y de especialidad:** algunos autores combinan esta etapa con la anterior designándola «tratamiento de materiales».
4. **Fabricación y ensamble:** en esta etapa se acaban de producir los materiales de base y los materiales técnicos.
5. **Transporte y distribución:** con el actual sistema globalizado, esta etapa adquiere especial importancia dadas las grandes distancias que deben recorrer los productos para su comercialización en lugares distintos a donde se han producido. En muchos casos, los componentes necesarios para la fabricación del producto final también recorren importantes distancias.
6. **Uso y servicio:** en esta etapa se *contabiliza* el mantenimiento y las reparaciones que necesita el producto durante su uso por el consumidor (algunos productos no pueden usarse directamente, necesitan acciones, como por ejemplo los alimentos congelados). En esta fase también se considera la reutilización interna de materiales, por ejemplo la reutilización de botellas de cerveza en una casa.
7. **Retiro y tratamiento:** en este paso es clave la posibilidad de reutilización o reciclaje de los materiales (*valorización* del material), en algunos casos es posible cerrar los ciclos de vida insertando el material retirado en un punto de la fabricación de un nuevo material.

<sup>12</sup> UNE-EN ISO 14040:2006

<sup>13</sup> <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

8. **Disposición, destino final:** cuando el material no es *valorizado* termina su ciclo de vida. En este punto se valora la forma en que éste es depositado en el medio natural. En el depósito de un material se pueden tener en cuenta y controlar sus características físico-químicas por ejemplo y tomar medidas para evitar efectos negativos del material desechado sobre el entorno.

Del mismo modo se pueden establecer las etapas del Ciclo de vida en la arquitectura:<sup>14</sup>

1. **Extracción de recursos:** en la construcción de edificios se utiliza una gran variedad de materiales, algunos renovables, otros no. En cualquier caso, la construcción dinamiza actividades con importantes impactos ambientales como la tala de madera o la explotación de canteras.
2. **Producción de materiales.**
3. **Distribución:** los materiales tradicionales eran, por cuestiones de transporte, materiales locales; actualmente con las facilidades de transporte que existen, los materiales tienen orígenes geográficos diversos, especialmente cuando incluyen ciertas maderas y metales de orígenes lejanos.
4. **Construcción:** desde el punto de vista de un Análisis del Ciclo de Vida, los edificios tienen la característica de que, en la gran mayoría de los casos, son terminados en su lugar de implantación, el solar es en sí mismo una industria donde los materiales se acoplan o se añaden en procesos físicos de producción; además las construcciones suelen realizarse al descubierto produciendo impactos medioambientales como el ruido o las partículas.
5. **Ocupación y mantenimiento:** los impactos más importantes derivados del uso suelen ser los relacionados con el consumo de energía. La forma en que se utiliza un espacio puede generar más o menos impactos ambientales por los residuos generados, el consumo de agua, etc. En esta etapa también es importante considerar las reparaciones, remodelaciones o cualquier intervención que no implique la demolición.
6. **Demolición:** en un edificio que se va a demoler se puede considerar la reutilización de ciertos componentes de su estructura, sus revestimientos, etc. Otros pueden ser materiales reciclables. Los materiales desechados en la demolición de una construcción suelen depositarse en el subsuelo. En algunos casos, como el amianto, se necesitan tratamientos previos al depósito.



Fases del ciclo de vida de la construcción.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

<sup>15</sup> "IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CERRAMIENTOS EXTERNOS APLICANDO EL ENFOQUE DE CICLO DE VIDA." <http://www.behance.net/gallery/Impactos-ambientales-del-sector-de-la-construccion/3131177>

## INTERPRETACIÓN

Finalmente, " la interpretación es la fase de un ACV en la que se combinan los resultados de análisis del inventario con la evaluación de impacto. Los resultados de esta interpretación pueden adquirir la forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones. Permite determinar en qué fase del ciclo de vida del producto se generan las principales cargas ambientales y por tanto qué puntos del sistema evaluado pueden o deben mejorarse. En los casos de comparación de distintos productos se podrá determinar cual representa un mejor comportamiento ambiental."

1. ANTÓN VALLEJO, 2004<sup>16</sup>

## ESTRATEGIAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO QUE TOMAN EN CUENTA EL ACV<sup>17</sup>. RESULTADOS QUE CODYUVAN A LA TOMA DE DECISIONES

Las conclusiones obtenidas de un Análisis de Ciclo de Vida, ya sea de un producto o de una actividad humana como la construcción, pueden ser (y debieran ser en todos los casos) las bases que sustenten la toma de decisiones de muchos aspectos de la edificación, partiendo por supuesto desde el diseño inicial, la planeación y hasta la ejecución de una obra; esto debiera permitirnos la mejora de nuestro medio a través de la implementación de estrategias/conceptos que aporten positivamente a la sustentabilidad. Estas estrategias pueden clasificarse de la siguiente manera:

### **Relacionadas con el edificio:**

**Extensión del tiempo de vida del edificio.** La extensión del tiempo de vida permite ahorrar recursos y generar menos desechos ya que el número de unidades consumidas disminuye si aumenta la duración de éstas. Hay distintas medidas que permiten alargar la vida útil de un producto:

1. Materiales duraderos (que aguanten el desgaste y la degradación ambiental): los materiales arquitectónicos suelen ser objetos duraderos aunque, los elementos exteriores como pinturas y revestimientos se degradan más rápidamente.
2. Materiales adaptables: en la elección de materiales y en el diseño de estructuras, instalaciones, distribuciones interiores, etc. se puede tener en cuenta que exista una futura necesidad de usarlos para resolver nuevas funciones. En muchos casos este ejercicio no se hace y sólo queda la opción de demoler. \*Salvar grandes claros (sin muros intermedios) que permitan cambiar la distribución de los espacios de acuerdo a su uso.
3. Mantenimiento y reparación: intervienen directamente sobre la vida útil de la construcción. Se podrían denominar acciones de regeneración. Los impactos medioambientales por demolición y construcción son en la gran mayoría de los casos superiores a los de mantenimiento.

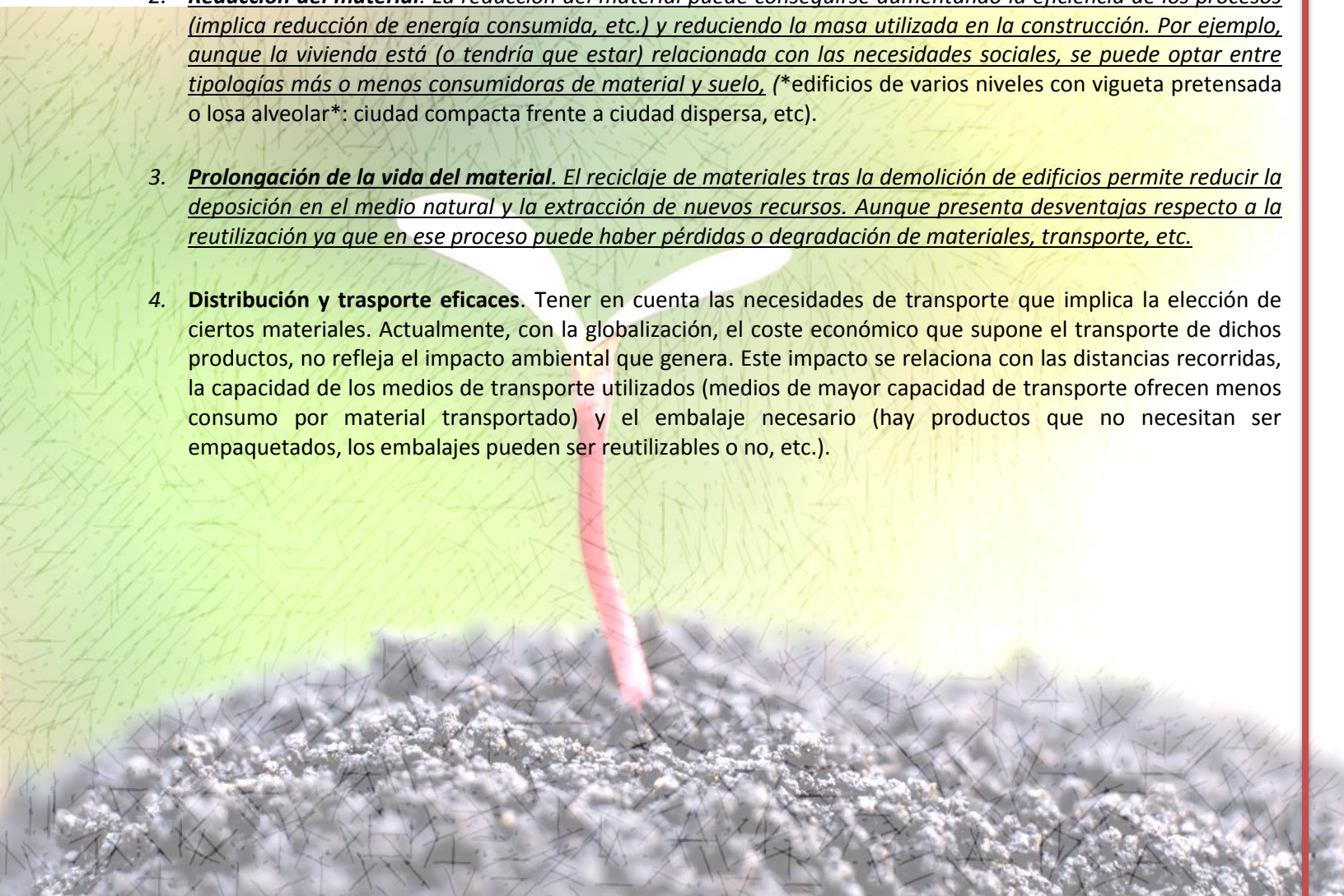
<sup>16</sup> <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

<sup>17</sup> <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>

4. **Mejoras del proceso, administración e información.** *En arquitectura por ejemplo la aplicación de soluciones de diseño bioclimático y de aislamiento térmico permiten reducir el gasto energético, hay sistemas de reciclaje y reaprovechamiento del agua, etc.*

#### Relacionadas con los materiales:

1. **Selección del material.** La selección de los materiales basándose en la identificación de la fuente de materia prima, la evaluación de impactos sobre el medio ambiente ocasionados por la adquisición, el procesamiento y uso del material, y la administración del producto en el final de su ciclo de vida. Se puede dar preferencia por ejemplo a materiales reciclables, pero en cualquier caso la elección de materiales basada en su ciclo de vida es una tarea muy compleja. Una iniciativa interesante por ejemplo es el *rotulado ecológico*, pero está todavía en sus inicios y presenta dificultades como es el elevado coste que presentan algunos productos más *ecológicos*.
2. **Reducción del material.** *La reducción del material puede conseguirse aumentando la eficiencia de los procesos (implica reducción de energía consumida, etc.) y reduciendo la masa utilizada en la construcción. Por ejemplo, aunque la vivienda está (o tendría que estar) relacionada con las necesidades sociales, se puede optar entre tipologías más o menos consumidoras de material y suelo, (\*edificios de varios niveles con vigueta pretensada o losa alveolar\*: ciudad compacta frente a ciudad dispersa, etc).*
3. **Prolongación de la vida del material.** *El reciclaje de materiales tras la demolición de edificios permite reducir la deposición en el medio natural y la extracción de nuevos recursos. Aunque presenta desventajas respecto a la reutilización ya que en ese proceso puede haber pérdidas o degradación de materiales, transporte, etc.*
4. **Distribución y transporte eficaces.** Tener en cuenta las necesidades de transporte que implica la elección de ciertos materiales. Actualmente, con la globalización, el coste económico que supone el transporte de dichos productos, no refleja el impacto ambiental que genera. Este impacto se relaciona con las distancias recorridas, la capacidad de los medios de transporte utilizados (medios de mayor capacidad de transporte ofrecen menos consumo por material transportado) y el embalaje necesario (hay productos que no necesitan ser empaquetados, los embalajes pueden ser reutilizables o no, etc.).



## IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO

Difícilmente encontramos, a lo largo de nuestra historia moderna, ejemplos de construcciones para las que estas estrategias hayan sido consideradas. En épocas recientes es cuando ha habido más preocupación de parte de los especialistas en la materia por aplicar conceptos y materiales que aporten a la sustentabilidad; sin embargo, estudios especializados a nivel mundial en cuanto al tema de construcción y edificación, muestran hoy en día datos crudos que nos hacen comprender de mejor manera cuál es el impacto que genera esta actividad en nuestro entorno, teniendo por ciertos los siguientes:

*“Con la creciente demanda de energía, materiales y agua, la industria de la construcción ha llegado a convertirse en la actividad con el impacto más significativo sobre la economía de los países y del medio ambiente (SOARES; SOUZA, 2006). En general, es la industria que produce los materiales que forman los bienes de mayores dimensiones físicas del planeta. Consecuentemente, el volumen de recursos que consume es muy elevado. Cabe decir que, por todo esto, es un sector que genera grandes cantidades de residuos en todas sus etapas de vida, y que es uno de los principales contaminantes atmosféricos (CARDOSO; DEGANI, 2002)”<sup>18</sup>. “Si se suman todas sus etapa, este sector es el que cuenta con la mayor Huella Ecológica de nuestro planeta (impactos negativos hacia el medio ambiente). Conforme a datos de las Naciones Unidas, la construcción contribuye hasta en:*

- a) un 30% en las emisiones anuales de gases de efecto invernadero*
- b) consume hasta un 40% de la energía*
- c) extrae un tercio de los materiales del medio natural*
- d) genera el 40% de los residuos sólidos urbanos*
- e) consume un 12% del agua potable*
- f) ocupa el 12% del territorio del planeta*

*Además, económicamente es responsable del 10% del PIB mundial (BENITE, 2011)”<sup>19</sup>*

## APORTES A POLÍTICAS DE SUSTENTABILIDAD

De tal manera pues, que este estudio es una herramienta más, que aporta significativamente a las políticas de sustentabilidad que no hace poco tiempo se vienen implementando de manera creciente en muchos países alrededor del mundo.

Es necesario mencionar también que estos análisis son abordados por organismos y empresas que implementan herramientas como los análisis de “Huella de Carbono”; si bien es cierto que estos procedimientos son muchos más aplicados por países de Europa y por Estados Unidos de Norteamérica, también en Latinoamérica se han venido impulsando a través de organismos de gobierno como la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) en el caso concreto de nuestro país.

Así, hoy en día es muy común encontrar artículos que hablan de sustentabilidad, ecología y sostenibilidad tanto en los medios de comunicación, como en la internet.

<sup>18</sup> “IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CERRAMIENTOS EXTERNOS APLICANDO EL ENFOQUE DE CICLO DE VIDA.”  
<http://www.behance.net/gallery/Impactos-ambientales-del-sector-de-la-construccion/3131177>

<sup>19</sup> “IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CERRAMIENTOS EXTERNOS APLICANDO EL ENFOQUE DE CICLO DE VIDA.”  
<http://www.behance.net/gallery/Impactos-ambientales-del-sector-de-la-construccion/3131177>



Finalmente es posible en nuestros días enterarnos, por ejemplo, de las nuevas formas de ocupar los materiales de desecho de la construcción para incluirlos en el ciclo de vida de alguna otra obra o destino. Inclusive en cuanto a técnicas constructivas, las innovaciones permiten que los materiales tengan cualidades que permitan dismantelarlos y poder reutilizarlos trasladándolos a otros sitios para ocuparlos de la misma forma que fueron utilizados inicialmente.

Aunque estos temas aún no se encuentran arraigados dentro del imaginario común de nuestras poblaciones (sobre todo en México y Latinoamérica), ya es posible encontrar normativas que esbozan nuestro futuro en cuanto a estos temas se refiere. La tendencia es que cada día más, los organismos gubernamentales que determinan la aplicación de recursos y las normativas para acceder a ellos, se rijan por políticas de sustentabilidad (como la “Hipoteca Verde” del INFONAVIT); también las certificaciones de productos realizan aportes que generan procesos de fabricación mucho más amigables con el medio ambiente, por lo que se torna conveniente su aplicación como punto de inicio hacia un mejor control dentro de las plantas que fabrican productos necesarios para la industria de la construcción.

Estas tendencias obligan a que cada día mayor número de ingenieros, arquitectos y constructores busquen beneficios extra en los productos que especifican y utilizan, ya sea como producto de la concientización personal ú obligados por las nuevas medidas y reglamentaciones que se aplican a éste, el sector responsables de la mayor cantidad de contaminación de nuestro planeta: **la construcción.**

*México, DF a Julio de 2013*

