

REIA #05 / 2016  
224 páginas  
ISSN: 2340-9851  
www.reia.es

---

## Silvia Andrés Ortega, Oscar Liébana Carrasco y Maria Dolores Vivas Urías

Universidad Europea de Madrid / [silvia.andres@uem.es](mailto:silvia.andres@uem.es) / [oscar.liebana@uem.es](mailto:oscar.liebana@uem.es)

### *La aportación de los materiales de construcción a la sostenibilidad de la edificación / Construction materials: how they contribute to sustainable buildings?*

Tradicionalmente se ha considerado a la industria y a los sistemas de transporte culpables de la crisis medioambiental que vivimos. Sin embargo, esta percepción está cambiando y en la última década se han desarrollado numerosos estudios que analizan la relación de la edificación con el impacto ambiental, creando herramientas encargadas de medir la sostenibilidad de los edificios.

Los materiales son responsables de una gran parte del impacto de la construcción, por lo que su adecuada selección puede mejorar el comportamiento ambiental de los edificios, siendo necesaria una medición apropiada de las cargas producidas por dichos materiales. Pero como se muestra en el artículo, las actuales herramientas de evaluación tienen puntos débiles a la hora de valorar adecuadamente la aportación de los materiales a la sostenibilidad, entre ellos, la falta de un análisis completo del ciclo de vida y la inclusión de parámetros sociales y económicos.

Climatic change, ozone depletion, air pollution, acid rain, deforestation and loss of biodiversity are affecting our planet and all of them are related to human activities. Industry and transport systems have been traditionally considered responsible of these impacts. However, in the last decade this perception is changing and several studies have been developed about the role of the building sector and its relationship with these serious environmental impacts. When aiming to reduce environmental impact, a yardstick for measuring environmental performance was needed, so a variety of different assessment tools were developed.

The selection of building materials plays a key role in the achievement of the sustainability target so different tools are needed to assess the environmental quality of these materials. But, as shown in this paper, actual evaluation tools have weaknesses when it comes to properly quantify the contribution of materials to sustainability, including the lack of a complete analysis of their life cycle and the presence of social and economic parameters.

---

Sostenibilidad / Materiales de construcción / Impactos ambientales / Herramientas de evaluación / Análisis de ciclo de vida /// Sustainability / Building materials / Environmental impacts / Assessment tools / Life-cycle assessment

Fecha de envío: 15/10/2015 | Fecha de aceptación: 09/11/2015

[The text in this block is extremely faint and illegible. It appears to be a dense block of text, possibly a list or a series of paragraphs, but the characters are too light to be transcribed accurately.]

### **Necesidad de una construcción sostenible**

Actualmente vivimos una crisis ambiental sin precedentes y con múltiples dimensiones. El cambio climático que amenaza la continuidad de la biodiversidad, el agotamiento de recursos naturales y el incremento de la desigualdad entre países ricos y pobres son algunos de sus efectos más visibles (Cuchí et al. 2010).

Es un error habitual atribuir exclusivamente a la industria y a los sistemas de transporte el origen principal de la contaminación (Alavedra et al. 2010). El entorno construido, donde pasamos más del 90% de la nuestra vida es, en gran medida, culpable de dicha contaminación. Este sector es responsable del uso del 40% de los recursos naturales que se extraen en los países industrializados, del consumo del 70% de la electricidad y del 12% de agua potable y de la producción del 45-60% de los residuos que terminan en los vertederos (Franzoni, 2011)

Para reducir estos efectos será necesario avanzar en el desarrollo de una edificación sostenible, que se puede entender como: “Aquella que, desde planteamientos respetuosos con el medioambiente, utiliza adecuadamente el agua y los distintos tipos de energía, selecciona desde el proyecto y aplica eficientemente durante la obra recursos, tecnologías y materiales; evita los impactos medioambientales, gestiona los residuos que genera su ciclo de vida; busca un mantenimiento y conservación adecuados del patrimonio construido; reutiliza y rehabilita siempre que sea posible y, además y finalmente, resulta más saludable” (Díez Reyes et al. 2000).

### **Impactos generados por los materiales de construcción**

Los materiales empleados en el edificio generan un gran porcentaje de los impactos ocasionados durante su ciclo de vida. En el caso de España, se calcula que el requerimiento directo de materiales debido al sector de la construcción es de 2 Tn/m<sup>2</sup>, lo que representa más del 24% de los requerimientos totales de la sociedad española. A eso habría que añadir la producción de más de media tonelada per cápita de residuos y una emisión de 60 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Estos datos suponen un 14% de la huella de carbono generada por los españoles (Cuchí y Sweatman 2011). Por otro lado, se considera que para construir un m<sup>2</sup> habitable en un edificio convencional se necesitan más de 100 tipos de materiales distintos (Zabalza et al. 2011).

El incremento del área edificada previsto para los próximos años supondrá también el crecimiento de la demanda de materiales de construcción y por lo tanto de la energía consumida y de las emisiones producidas durante su fabricación (Cuchí et al. 2014). Por lo tanto, minimizar los impactos generados por la extracción, fabricación, transporte, uso y eliminación de los materiales de construcción se ha convertido en algo vital para mejorar la salud de nuestra economía y de nuestra sociedad (Umar et al. 2013).

### **Ciclo de vida del edificio**

Un edificio se puede entender como el producto del sector de la construcción. Pero también como un conjunto formado por gran cantidad de materiales que, a su vez, son el producto de diversas industrias. La fabricación de estos materiales genera emisiones, residuos y otras cargas ambientales, pero el impacto del edificio no termina ahí, ni tampoco en la fase de construcción, sino que se extiende a lo largo de la fase de uso y de fin de vida, multiplicando los efectos durante un largo periodo de tiempo. (Cuchí et al. 2010).

Se pueden considerar cuatro etapas en el ciclo de vida del edificio (Fig. 1) en relación al comportamiento de los materiales de construcción (Alarcón, 2012):

- *Etapas de producto*, que incluye a su vez tres sub módulos: extracción y procesamiento de materias primas, transporte al productor y manufactura del producto.
- *Etapas de construcción*, que incluye el transporte de los productos de construcción a obra y el propio proceso de construcción del edificio.
- *Etapas de uso*, incluyendo el consumo de agua y energía del edificio y definiendo las condiciones de mantenimiento, reparación, sustitución y renovación de elementos constructivos en el mismo.
- *Etapas de fin de vida*, que incluye la demolición del edificio, transporte, reciclaje, reutilización y eliminación de los residuos.

A continuación se estudiarán con más detalle cada una de estas fases y las distintas estrategias que se pueden adoptar en relación a los materiales de construcción en cada una de ellas.

### **Etapas de producto**

Durante la fase de producto, los materiales de construcción pueden tener consecuencias negativas tanto para la salud humana como para el medioambiente: la contaminación del aire y del agua, alteraciones en el paisaje, destrucción de hábitats y ecosistemas, agotamiento de recursos naturales, etc. (Basnet, 2012). Para no comprometer a las generaciones futuras (Brundtland, 1988), el ritmo de extracción de los recursos debe ser igual o menor al de reposición natural y el ritmo de generación de residuos debe ser igual o menor al de la capacidad de absorción del medio (Casals-Tres et al. 2011).

Tradicionalmente, los materiales de construcción eran básicamente naturales, incorporaban un mínimo nivel de transformación y procedían del entorno inmediato (Ferrer y Spairani, 2009). En las últimas décadas el mercado de los productos de construcción se ha modificado. La aparición de medios de extracción y fabricación más eficientes y potentes así

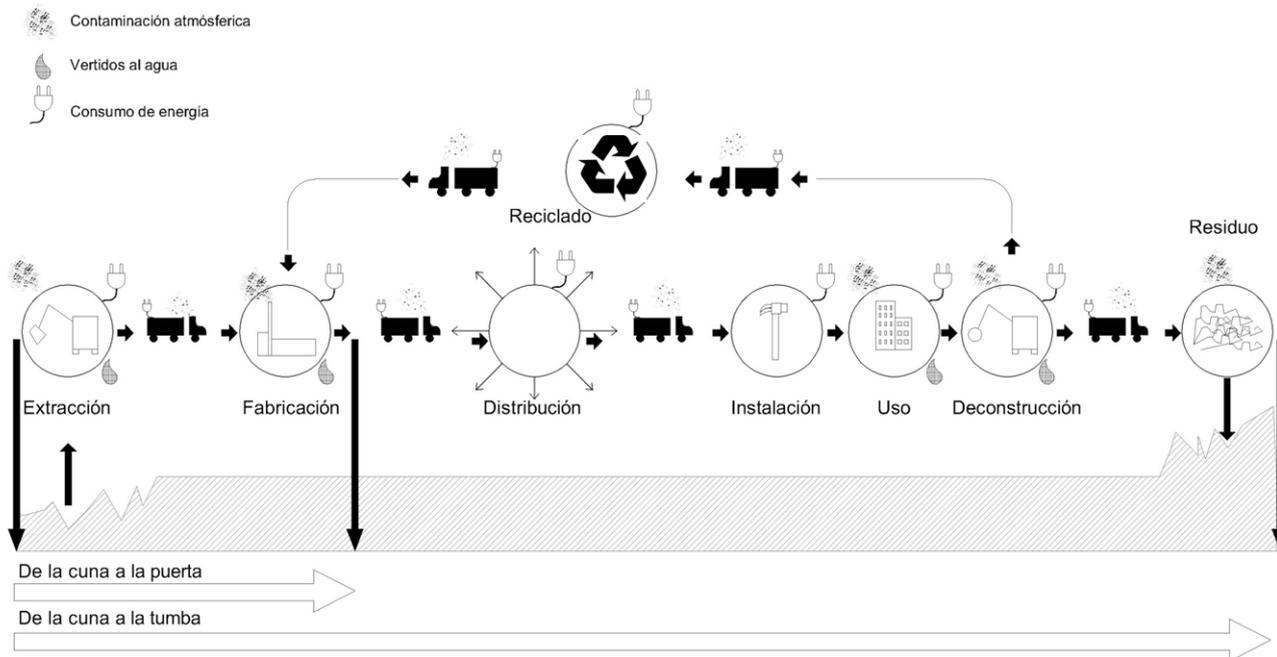


Figura 1. Análisis del ciclo de vida.  
Fuente: GBCe 2011. *Presentación de VERDE para Evaluadores Acreditados*.

como un transporte mucho más globalizado hace que la producción de materiales se convierta en una actividad altamente impactante, tanto en la fase de fabricación como en la de transporte (Baño y Vigil-Escalera, 2005) los profesionales (arquitectos, aparejadores\u2026

### Etapa de construcción

Algunas de las consideraciones que hay que considerar al elegir los materiales en esta fase son (GBCe, 2015; Wadel et al. 2010):

- El ciclo de vida del material debe ser lo más largo posible, incluso permitir su reutilización una vez finalizado el ciclo de vida del propio edificio.
- La puesta en obra del material debe permitir su recuperación al final del ciclo de vida, para recuperar los materiales básicos empleados (y no una mezcla de ellos). Para ello es conveniente favorecer al máximo posible la prefabricación del edificio y la utilización de uniones reversibles. El sistema constructivo debe permitir la sustitución de las partes y la deconstrucción total del edificio.
- Ahorrar en la cantidad de materiales, no haciendo edificaciones más grandes de lo necesario y evitando sobredimensionar las estructuras.
- Reducir el número de materiales que conforman el edificio, determinando que sean reciclados, que puedan reciclarse y que supongan un bajo impacto ambiental.
- Establecer que los materiales siempre serán gestionados mediante el reciclaje y, a ser posible, empleando en ello energías renovables.

Pero no solo es importante decidir qué materiales hay que emplear, sino también a quién hay que comprarlos. Las certificaciones de gestión ambiental como ISO 14001 o EMAS pueden servir como indicadores de calidad del proveedor (Edwards y Bennett, 2003). Por otra parte, seleccionar productores locales reducirá las cargas ambientales debidas al transporte, además de reforzar la economía local.

### **Etapas de uso**

Los materiales de construcción están destinados a incorporarse a un edificio y es allí donde cumplen las funciones para las que han sido diseñados, en combinación con otros elementos constructivos, a su vez fabricados con otros materiales. De esta unión de materiales y de soluciones resultan unas prestaciones globales del edificio, que son las que deben ser evaluadas desde el punto de vista de la sostenibilidad. Por ello la fase de uso se muestra fundamental a la hora de evaluar la sostenibilidad del edificio. (Alarcón y Carrascón, 2012).

Por ejemplo, una elevada inercia térmica del edificio proporcionada por el uso de materiales pesados será evaluada indirectamente por el efecto que produce en el consumo de energía del edificio. Otras propiedades atribuibles en parte a los materiales de construcción, relacionadas con las propiedades mecánicas, la resistencia al fuego, durabilidad y estabilidad estructural, comportamiento acústico, etc. se deben evaluar también junto a otros impactos (Alarcón, 2012).

También durante la fase de uso hay que considerar el impacto que los materiales generan sobre la calidad del aire y el confort de los usuarios. Los materiales pueden emitir compuestos o radiaciones perjudiciales para la salud de los ocupantes (radón, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, etc.) y la evaluación de la sostenibilidad tiene que tener en cuenta estos factores.

Por otra parte, al analizar su etapa de uso, hay que valorar el ciclo de vida del material y la duración de su vida útil, es decir, el tiempo máximo en el que el material puede estar desarrollando su función (Haapio, 2008). Además, hay que considerar de alguna manera la necesidad de mantenimiento de algunos materiales y la repercusión que ello pueda tener sobre su grado de sostenibilidad (Ferrer y Spairani, 2009). Serán más sostenibles aquellos productos y sistemas que requieran de menos operaciones de mantenimiento durante la vida útil del edificio.

### **Etapas de fin de vida**

Una vez terminada la vida útil del edificio, los materiales de construcción que lo constituyen, dejan de cumplir su función, convirtiéndose potencialmente en residuos. De la naturaleza y composición del material depende que un producto pueda ser transformado para volverlo a utilizar, pudiendo volver a ser materia prima (Ferrer y Spairani, 2009). La demolición o deconstrucción del edificio debe garantizar que se puedan recuperar los materiales básicos empleados y no una mezcla de ellos (Wadel et al. 2010) y que se pueda obtener suficiente material para proceder a su reciclado y reutilización posterior, evitando además la emisión de sustancias tóxicas.

Como se ha comentado en la etapa de construcción, otra posibilidad es la reutilización de los materiales, que consiste en el aprovechamiento de productos o elementos de construcción que se encuentran al final del ciclo de vida de un edificio, para ser utilizados en una nueva construcción (o en la rehabilitación de otro edificio).

Por último los materiales que no pueden reciclarse ni reutilizarse son los que constituyen propiamente los desechos. La única alternativa posible en este grupo es aprovecharlos energéticamente (Ferrer y Spairani, 2009).

### **Materiales sostenibles**

Como se ha visto en los apartados anteriores, los materiales de construcción producen gran cantidad de impactos en todas las fases del ciclo de vida del edificio. No existen materiales que no los produzcan, por lo tanto, para cada proyecto habría que seleccionar los materiales más sostenibles que sea posible, dentro de los existentes en el mercado, con las tecnologías disponibles y cumpliendo el resto de requisitos de rendimiento exigidos en el proyecto (Franzoni, 2011)

Tampoco existe una definición concreta y universalmente aceptada de “material sostenible”, aunque quizás una de las más adecuadas es la que hace Elisa Franzoni (Franzoni, 2011)

- Son materiales que controlan los impactos que producen a lo largo de todo su ciclo de vida, cuantificándolos con la metodología del ACV.
- Son materiales no peligrosos para la salud humana, que no producen efectos negativos que afecten a la calidad del aire (como la emisión de compuestos volátiles orgánicos, de fibras peligrosas, de radón, de contaminantes biológicos, etc.) o condiciones climáticas desagradables, como la presencia de humedad en las superficies o en partes del edificio.

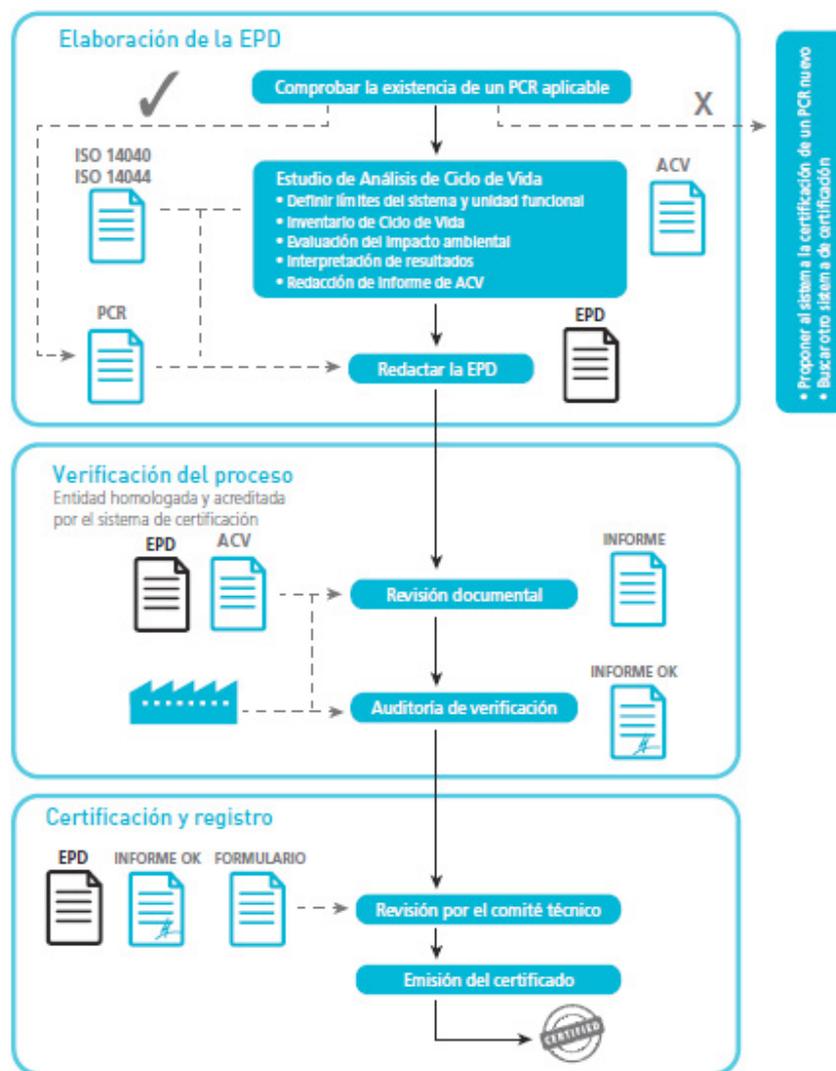
### **¿Cómo medir la sostenibilidad de los materiales de construcción?**

En las últimas décadas han surgido numerosos métodos de evaluación de la sostenibilidad con el propósito de cuantificar el rendimiento de los edificios en relación a un amplio rango de consideraciones ambientales (Cole, 1999 and the thinking behind, the Green Building Challenge (GBC; Fenner y Ryce, 2008). Estas herramientas presentan una gran variedad. Las hay que evalúan solo los componentes del edificio mientras que otras valoran los edificios en su conjunto. Hay herramientas que se puede usar a nivel global y otras nacionales o incluso locales. También varían los objetivos que buscan (investigación, consultoría, toma de decisiones) y los profesionales a los que van dirigidas (arquitectos, propietarios, inquilinos, etc.) (Haapio y Viitaniemi, 2008a)

Este conjunto de instrumentos se podría clasificar en dos grandes grupos (Monterotti, 2013):

- Herramientas de análisis parcial: Evalúan un solo parámetro de sostenibilidad en una o varias fases del ciclo de vida del edificio. En este conjunto se incluyen los análisis de impacto ambiental, las etiquetas ecológicas (tipo I, II y III), los estándares de sostenibilidad (Passivhaus, Low-Energy, Minergie) y los programas informáticos: de análisis de ciclo de vida o simuladores energéticos (IHOBE, 2010).
- Herramientas de evaluación global: Son sistemas de indicadores que tienen como objetivo evaluar todos los parámetros ambientales (agua, energías materiales y residuos) en todas las fases del ciclo de vida del edificio (Fernández Sánchez, 2010). En este conjunto se encontrarían las Herramientas de Evaluación de Sostenibilidad. Las más conocidas y empleadas en nuestro país son LEED, BREEAM y VERDE.

Figura 2. Resumen del proceso de desarrollo y verificación de una DAP.  
Fuente: IHOBE 2015. *La declaración ambiental de Producto*.



### Herramientas de análisis parcial

Dentro de este tipo de herramientas, los impactos generados por los materiales de construcción se miden mediante las DAP (Declaraciones Ambientales de Producto), también conocidas por su acrónimo inglés EPD (*Environmental Product Declaration*). Las DAP (Fig. 2) están reguladas por las normas ISO (ISO14025, ISO 21930) y CEN (prEN 15804 y prEN 15804) y ofrecen información cuantitativa neutra, basada en la metodología del ACV, que puede ser utilizada tanto por los fabricantes para mejorar sus productos, como por los compradores para hacer una selección informada de los mismos (Gazulla, 2012).

A pesar de que tanto ISO como CEN reconocen la triple vertiente de la sostenibilidad, en la práctica el desarrollo de las normas aplicables a los temas sociales y económicos va mucho más lento y por esa razón, al menos hasta el momento actual, las DAP contienen solamente información medioambiental. Pero también en este aspecto están limitadas. Así, las DAP no proporcionan información sobre muchos de los impactos producidos por los materiales de construcción en esta primera fase de producto. Por ejemplo, no se indica nada sobre el impacto que los procesos de extracción de materias primas pueden tener sobre el paisaje (pérdida de suelo, modificación topográfica) y el grado de regeneración posible

del mismo. Ni se hace referencia a la contaminación que se produce en este proceso, tanto acústica como de emisiones. Tampoco indican datos relacionados con el transporte de los materiales ni con los residuos generados (Berardi, 2012). Otro aspecto que deberían valorar las DAP (y por el momento no hacen) es si la materia prima es o no renovable, definiendo materia renovable como aquella capaz de regenerarse en un lapso de tiempo no superior a 100 años. También se deberían tener en cuenta los aspectos sociales de la fabricación de los materiales y cómo afecta a los habitantes del lugar donde se produce esta actividad (Ferrer y Spairani, 2009).

Por otro lado, cualquier producto puede obtener una DAP sin que por ello implique que tenga un comportamiento ambiental mejor que el de la media. Las etiquetas sirven para comparar productos similares y poder elegir el más conveniente (Gazulla, 2012). Pero por el momento no son suficientemente conocidas ni utilizadas entre los agentes del sector de la construcción (Wadel et al. 2010).

Por todo ello se puede concluir que la elección de materiales certificados con una DAP no es suficiente para lograr un edificio sostenible porque la complejidad de dicho objetivo requiere una evaluación holística e integrada (Ding, 2008). Será necesario, por lo tanto, utilizar otro tipo de herramientas.

### **Herramientas de evaluación global**

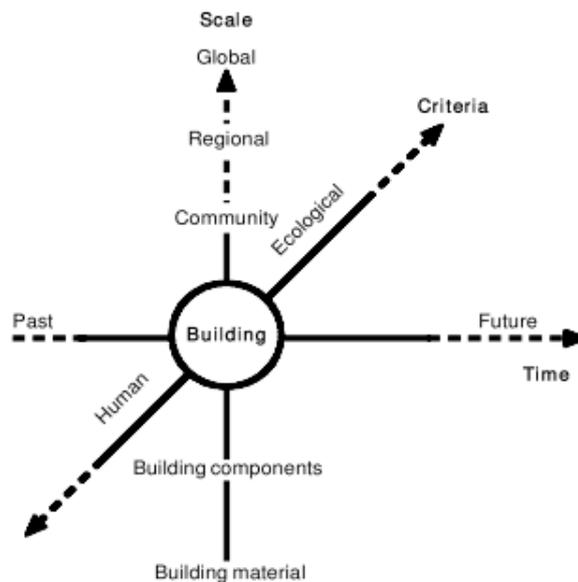
Desde la aparición del sistema BREEAM (*BRE Environmental Assessment Method*) en 1992 hasta el momento actual, se han desarrollado en la esfera internacional en torno a 600 sistemas de evaluación del comportamiento ambiental de la edificación (Fig. 3), muchos de los cuales tienen vocación de certificación (Taipale, 2012).

Todas estas herramientas consideran los materiales dentro de las categorías a evaluar, por lo que el conocimiento de sus características y los impactos ambientales asociados a su producción, uso y mantenimiento juegan un importante papel en la evaluación global del edificio (Macías y García Navarro, 2010).

Cada sistema de evaluación selecciona los criterios de sostenibilidad a considerar en la categoría de materiales, por lo que el número de créditos que se puede obtener y la forma de lograrlos varía mucho de una herramienta a otra. Mayoritariamente incluyen criterios como el agotamiento de recursos, la contaminación de aire y agua, la energía embebida y la salud de los usuarios. Se valora, por tanto, que los materiales tengan contenido reciclado, que procedan de fuentes renovables de materia prima y que en el proceso de fabricación se consuma poca energía y se generen poco residuos y contaminantes. Así como que no emitan sustancias nocivas o peligrosas como compuestos volátiles orgánicos o formaldehídos (Umar et al. 2013).

Esta es precisamente una de las limitaciones de este tipo de herramientas. Al emplear distintas fuentes de información y diferentes métodos de valoración, la comparación de los impactos de los materiales es imposible (Trusty y Meil, 2002). Otros puntos débiles de las herramientas de evaluación en lo que respecta a los materiales son:

Fig. 3. Las tres dimensiones de la evaluación de sostenibilidad: Escala, Tiempo y Criterios. Fuente: COLE, R. 1999. *Building environmental assessment methods: Clarifying intentions.*



- Las fases del ciclo de vida. Casi todas las herramientas consideran los impactos de los materiales en la fase de producto, es decir, durante la extracción de la materia prima, la fabricación y el transporte a la obra. Solo algunas consideran también su comportamiento en la fase de operación, pero son muy escasas las que cubren también las fases de mantenimiento, demolición y eliminación de los residuos (Franzoni, 2011) La duración de la vida útil. De forma habitual las herramientas la consideran como un dato fijo, normalmente 50 años, sin mayor análisis. No se ha estudiado cómo la duración de la vida útil de los materiales y del edificio puede afectar a los resultados de la evaluación ambiental (Haapio, 2008).
- La falta de parámetros para valorar la contribución de los materiales de construcción a la calidad del aire interior. Algunas herramientas consideran la no emisión de sustancias nocivas como los Compuestos Volátiles Orgánicos y los formaldehídos, pero esto es solo una pequeña muestra de los posibles efectos negativos de los materiales en la calidad del ambiente interior. Los problemas relacionados con el Síndrome del Edificio Enfermo, con la emisión de radón, la dispersión de fibras y otros contaminantes biológicos, etc. no se consideran en estas herramientas (Franzoni, 2011)
- Los usuarios de las herramientas deberían ser capaces de localizar qué - materiales, productos y componentes causan las mayores cargas ambientales en el edificio. Sería recomendable también que la herramienta pudiera recomendar una solución mejor para sustituir a la menos ecológica (Haapio y Viitaniemi, 2008b). Ninguna herramienta de evaluación es capaz de hacer esto, por el momento.
- Las herramientas deben reconsiderar la valoración que hacen de la reutilización, que puede ser más compleja de lo que consideran actualmente. Hay que tener en cuenta que se puede reutilizar parte de un edificio, que los materiales se pueden reutilizar en el mismo edificio o en otro distinto, que un producto que ha terminado su ciclo de vida se

puede usar como materia prima para un nuevo producto, etc. La reutilización, el reciclaje y la sustitución son elementos que necesitan de un mayor análisis e investigación en las herramientas actuales (Haapio y Viitaniemi, 2007).

- Las herramientas deben incluir más parámetros para medir los impactos sociales y económicos, además de los ambientales. Eso es especialmente complicado porque las necesidades de los distintos implicados en los edificios son muy diferentes. Así una comunidad puede estar más interesada por reducir la generación de residuos, mientras que los ocupantes del edificio estarán más preocupados por la calidad del ambiente interior (Berardi, 2012).

### **Muy lejos de medir la sostenibilidad de los materiales**

Los materiales son responsables de gran parte de los impactos que genera la construcción, por lo que una adecuada selección puede mejorar el comportamiento ambiental de los edificios. Para comprobarlo sería necesario medir la reducción en emisiones, residuos y otras cargas ambientales que se puede lograr empleando materiales sostenibles. Para ello tenemos las herramientas de evaluación de sostenibilidad de la edificación. Todas ellas consideran los materiales como una categoría más a tener en cuenta en el comportamiento global del edificio. Cada herramienta propone una serie de criterios o requisitos que buscan reducir los impactos producidos por los materiales de construcción pero, como se ha visto, la cuantificación de esta reducción de impactos es especialmente compleja en el caso de los materiales.

Una de las razones es la duración de su ciclo de vida. Las Herramientas de Evaluación deben considerar los materiales a lo largo de todo este ciclo, de manera que logren cuantificar de forma conjunta la contribución de los materiales con la propia contribución del edificio y así poder valorar el comportamiento global del mismo respecto a la sostenibilidad. Actualmente las DAP solo calculan los impactos de los materiales en fase de producto, pero no dan información sobre el resto de las etapas de su ciclo de vida y, aunque se utilicen para calcular la reducción de impactos ambientales, olvidan la triple variable de la sostenibilidad: ambiental, económica y social.

Hasta ahora no se ha definido una forma de valorar correctamente la aportación de los materiales a la sostenibilidad del edificio, solo existen diferentes aproximaciones incompletas de las herramientas de evaluación que deben ser revisadas. Posiblemente todo pase por un futuro *BIG DATA* de la edificación que integre toda la información, el entorno y el ciclo completo del edificio.

## Bibliografía

- ALARCÓN BARRIO, A. 2012. Sostenibilidad en la construcción normalización. *Curso de Sostenibilidad: Eficiencia Energética, Evaluación de Edificios y Estructuras*. S.l.: s.n., pp. 1-13.
- ALAVEDRA, P., DOMÍNGUEZ, J., GONZALO, E. y SERRA, J. 2010. La construcción sostenible: el estado de la cuestión. En: *Informes de la Construcción*, vol. 49, no. 451, pp. 41-47. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/ic.1997.v49.i451.936.
- BAÑO NIEVA, A. y VIGIL-ESCALERA DEL POZO, A. 2005. *Guía de construcción sostenible*. S.l.: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).
- BASNET, A. 2012. BREEAM & LEED: a study of materials and their life cycle impacts.
- BERARDI, U. 2012. Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings. En: *Sustainable Development*, vol. 20, no. 6, pp. 411-424. ISSN 09680802.
- BRUNDTLAND, G.H. 1988. Nuestro futuro común. Informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo.
- CASALS-TRES, M., ARCAS-ABELLA, J. y PAGÈS-RAMON, A. 2011. Habitabilidad, un concepto en crisis. Sobre su redefinición orientada hacia la sostenibilidad. En: *Informes de la Construcción* [en línea], vol. 63, no. Extra, pp. 21-32. [Consulta: 4 febrero 2015]. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/ic.11.061.
- COLE, R.J. 1999. Building environmental assessment methods: Clarifying intentions. *Building Research and Information* [en línea], vol. 27, no. 4-5, pp. 230-246. ISSN 09613218.
- CUCHÍ, A., ARCAS-ABELLA, J., CASALS-TRES, M. y FOMBELLA, G. 2014. Building a common home. Building sector. A Global Vision report. *WSB14 Barcelona*. Barcelona: s.n., ISBN 978-84-697-1815-5.
- CUCHÍ, A. y SWEATMAN, P. 2011. Una visión-país para el sector de la edificación en España. *Grupo de Trabajo sobre Rehabilitación GTR*.
- CUCHÍ, A., WADEL, G., & y RIVAS, P. 2010. *Cambio global España, 2020/50: Sector edificación: la imprescindible reconversión del sector frente al reto de la sostenibilidad*. S.l.: GBCe, ASA, CCEIM. ISBN 978-84-614-0457-5.
- DÍEZ REYES, M.C., GARCÍA NAVARRO, J., MAESTRO MARTÍNEZ, L., DEL RÍO MERINO, M. y SALTO-WEIS AZEBEDO, I. 2000. Glosario de sostenibilidad en la construcción. *AENOR*,
- DING, G.K.C. 2008. Sustainable construction — The role of environmental assessment tools. *Journal of environmental management*, vol. 86, no. 3, pp. 451-464. DOI 10.1016/j.jenvman.2006.12.025.
- EDWARDS, S. y BENNETT, P. 2003. Construction products and life-cycle thinking. *Industry and Environment*, vol. 26, no. 2-3, pp. 57-61. ISSN 03789993.
- FENNER, R. a. y RYCE, T. 2008. A comparative analysis of two building rating systems Part 1: Evaluation. *Proceedings of the ICE - Engineering Sustainability*, vol. 161, no. March 2008, pp. 55-63. ISSN 1478-4629. DOI 10.1680/ensu.2008.161.1.55.
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, G. 2010. *Propuesta de modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de ingeniería civil*. S.l.: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- FERRER GRACIA, M.J. y SPAIRANI BERRIO, S. 2009. Análisis de la valoración de la sostenibilidad de los materiales de construcción. *SCTV Barcelona 2009*. Barcelona: s.n., pp. 405-416. ISBN 978-84-8157-601-6.
- FRANZONI, E. 2011. Materials Selection for Green Buildings: which Tools for Engineers and Architects? *Procedia Engineering* [en línea]. [Consulta: 20 agosto 2015].
- GAZULLA, C. 2012. *Declaraciones Ambientales de Producto: instrumento para la mejora de productos*. S.l.: Universitat Autònoma de Barcelona.
- GBCE 2015. *VERDE NE Residencial y Oficinas. Guía para Evaluadores Acreditados*.
- HAPIO, A. 2008. Service Life of a Building in Environmental Assessment of Buildings. *IIDBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components*. ISTANBUL, Turkey.

- HAAPIO, A. y VIITANIEMI, P. 2007. Environmental Criteria and Indicators used in Environmental Assessment of Buildings. *CIB World Building Congress «Construction for Development» 14-17 May 2007, Cape Town, South Africa*, pp. approx. 11 p.
- HAAPIO, A. y VIITANIEMI, P. 2008a. A critical review of building environmental assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review* [en línea], vol. 28, no. 7, pp. 469–482. DOI 10.1016/j.eiar.2008.01.002.
- HAAPIO, A. y VIITANIEMI, P. 2008b. Environmental effect of structural solutions and building materials to a building. *Environmental Impact Assessment Review* [en línea], vol. 28, no. 8, pp. 587-600. [Consulta: 24 septiembre 2015]. ISSN 01959255. DOI 10.1016/j.eiar.2008.02.002..
- IHOBE 2010. *Green Building Rating Systems. ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?* HIOBE. Soc. Bilbao: HIOBE. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- TAIPALE, K. 2012. De una edificación ligeramente verde a edificios de verdad sostenibles. *La situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible*. Barcelona: Ed. Icaria.
- TRUSTY, W.B. y MEIL, J.K. 2002. Creating Publicly Available LCI Data Modules: An Up-Date of the US LCI Database Project. *Sustainable Building Conference* [en línea]. Oslo, Norway.
- UMAR, U.A., TUKUR, H., KHAMIDI, M.F. y ALKALI, A.U. 2013. Impact of Environmental Assessment of Green Building Materials on Sustainable Rating System. *Advanced Materials Research* [en línea], vol. 689, pp. 398-402. [Consulta: 4 febrero 2015]. ISSN 1662-8985. DOI 10.4028/www.scientific.net/AMR.689.398.
- WADEL RAINA, G., AVELLANEDA, J. y CUCHÍ, A. 2010. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. *Informes de la Construcción*, vol. 62, pp. 37-51. ISSN 0020-0883. DOI 10.3989/ic.08.046.
- ZABALZA BRIBIÁN, I., VALERO CAPILLA, A. y ARANDA USÓN, A. 2011. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. En: *Building and Environment* [en línea], vol. 46, no. 5, pp. 1133-1140. [Consulta: 9 julio 2014]. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2010.12.002.

