

Análisis comparativo de la valoración propuesta por herramientas de evaluación de sostenibilidad en edificación

Comparative analysis of the assessment proposed by sustainability assessment tools in Building Constructions

Francisca Molina-Moreno¹, Víctor Yepes²

RESUMEN

Varios son los sistemas de evaluación de sostenibilidad en edificios de que el proyectista dispone para evaluar la aptitud de su proyecto frente a impactos ambientales. La principal diferencia es la orientación y alcance de los tres tipos de herramientas comparadas. Las herramientas que otorgan certificado al edificio originalmente se orientaban hacia la evaluación de impactos estimados la etapa de ocupación, cuyos impactos serán estimados sobre métricas del diseño en relación a su entorno climático. Posteriormente han incluido entre sus criterios la realización del ACV que valoran sin entrar a cuestionar la posibilidad de reducir impactos iniciales (energía incorporada y emisiones por la construcción). Las exigencias y normativas en cuanto a eficiencia energética han propiciado un mayor conocimiento de éstas además de las actualizaciones Código Técnico de la Edificación al respecto. Por otra parte, las herramientas específicas de ACV para edificación presentan solidez de cuantificación de impactos asociados a la fabricación y construcción, cuyo estudio adquiere mayor relevancia conforme aumentan diseños eficientes energéticamente. Sin embargo la baja familiarización de proyectistas con el proceso de ACV no ha ayudado a difundir su uso. Este análisis subraya las diferencias entre las categorías evaluadas de 3 herramientas de evaluación de aplicación en Europa, con el objetivo de hallar qué implicaciones sobre la toma de decisiones del proyectista y en qué grado su criterio como experto se vería influenciado por el peso (puntuaciones) de los criterios y subcriterios. La instrucción española de hormigón estructural EHE-08 provee de un modelo de evaluación de estructuras sostenibles mediante un Índice de Contribución de la Estructura a la Sostenibilidad, cuya utilidad hemos comparado con los sistemas de evaluación genéricos y con los de análisis del ciclo de vida (ACV).

Key words: sistemas evaluación, ponderación criterios, categorías de evaluación, heterogeneidad | assessment system, criteria weighting, assessment categories

(1) Dept. Ingeniería de la Construcción. Universitat Politècnica de València. (2) Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón (ICITECH). Universitat Politècnica de València. E: framomo4@cam.upv.es

Introducción

Varios son los sistemas de evaluación de sostenibilidad en edificios de que el proyectista dispone para evaluar la aptitud de su proyecto frente a impactos ambientales. El fundamento de estas herramientas reside en hacer reconocibles al mercado los edificios de bajo impacto ambiental con la esperanza de una transición progresiva del sector constructivo. Algunos países de la unión europea han desarrollado esquemas propios, bien sea a partir de otros estándares, bien endureciendo la regulación nacional existente. Los estándares armonizados que se deben seguir pueden verse en la Figura 1:

Fig. 1. Estandarización de indicadores de impacto.
Standardisation of assessment indicators.

Marco de Estandarización	Basado en	Descripción
CEN/TC 350	ISO 14040, ISO 14044	Principios, requerimientos y líneas guía
ISO/TC 59/SC 14	ISO 15686-5: 2008	Evaluación del coste del ciclo de vida y vida en servicio
UNE-ISO/TS (España)	ISO 21931-1:2008	Métodos de evaluación de trabajos de construcción
UNE-ISO/TS (España)	ISO 21931-1:2009	Indicadores de sostenibilidad en edificios

Además, existen deficiencias en cuanto a la utilidad del procedimiento de evaluación para el proyectista. Análisis previos (Wallhagen et al. 2013; Ng, Chen, and Wong 2013; Huedo and López-Mesa 2013) subrayan diferencias entre herramientas en cuanto a aspectos del procedimiento (accesibilidad y disponibilidad de datos) y de utilidad al proyectista, de los niveles de evaluación. El proyectista experimentado puede encontrar cierta controversia en tanto en cuanto las alternativas de proyecto sean diferentemente ponderadas en cada método. A medio plazo las herramientas de evaluación quedarían obsoletas si no sirven en la toma de decisiones ni como marco normativo a futuro.

El impacto de una estructura en edificación supone entre un 50 y 60% del global de energía e impactos asociados a su construcción. La reducción en la producción de Clinker resulta prioritaria también por razones económicas, la producción podría estar en riesgo de externalización a países que no participan del mercado de emisiones de aquí a 2020, debido a precios de la tonelada de CO₂ (35-40%) según las previsiones europeas. El dimensionamiento de estructuras requiere un esfuerzo por minimizar el uso de Clinker a la vez de conseguir infraestructuras durables, pero la prioridad de las herramientas de evaluación había sido la eficiencia energética en fase de operación. A diferencia de éstas, el modelo de evaluación de estructuras desarrollado por Aguado, 2012 (MIVES) se configure como herramienta de valoración de la sostenibilidad y considera caracterización de acero y hormigón, adiciones sustitutas del Clinker, control de ejecución y gestión de residuos en obra, entre otros.

Fig. 2. Herramientas y modelos de evaluación. Clasificación por niveles. Adaptado de (Huedo and López-Mesa 2013).

Assessment tools and models.
Level grade. Adapted from (Huedo and López-Mesa 2013).

	Herramientas y modelos de evaluación	Nombre comercial
1º nivel	genéricas de ACV	Aist-LCA, Gabi 4, JEMAI-L-LCA, Lcapix, SimaPro7, Umberto 5.5
→	específicas para el ACV en edificación	Athena Estimator, Catalogue Construction CH, Metabase, OFEN
2º nivel	materiales y soluciones constructivas	Athena Estimator, LCAid, Legap 1.2, Lisa, Metabase, TCQ2000
→	específicas de la ejecución de estructuras	MIVES (Modelo Integrado de Valor para Estructuras Sostenibles)
3º nivel	certificación de sostenibilidad global del edificio	Breeam, Casbee, Enlace, GBTool, Green Globes, Leed, Verde

Subjetividad y ponderaciones

A pesar de los esfuerzos de armonización y estándares existe heterogeneidad en la ponderación de las categorías evaluadas en las herramientas de tercer nivel, de ahí la subjetividad implícita en la elección de uno u otro método. Subrayamos las diferencias de tres niveles de herramientas de evaluación, con el objetivo de hallar qué implicaciones sobre la toma de decisiones del proyectista y en qué grado su criterio como experto se vería influenciado por el peso

Introduction

Designers count on a variety of building assessment tools to evaluate compliance of environmental concerns. These tools are mainly conceived for market purposes and acknowledgement, in the hope for a transition to a low carbon construction sector. Some EU countries develop their own assessment and certification schemes from existing international standards as it is the case for LEED⁽¹⁾ and VERDE. Other develop stricter requirements in prescriptive codes. Harmonized standards baseline to follow are in Figure 1.

There are some weaknesses in the assessment procedures to the usefulness of designers. Previous analyses (Wallhagen et al. 2013; Ng, Chen, and Wong 2013; Huedo and López-Mesa 2013) highlight differences between tools as to operational aspects and utility of the rating level for designers []. Certain controversy exists in how criteria weighting affects the alternative choices of the project, thus the different weighting among tools. Tools may become obsolete if do not assess in decision making or are accurate enough as to become prescriptive tools thereafter. Ongoing improvements of impact assessment lead to unify and reward local materials' provision in sustainability assessments.

The clinker production risk of offshoring to non-ETS countries by 2020, due to CO₂ prices above €35/t (expected for the 2013-2020 period, according to EU forecast prices between 34 and 40 €). The urgency for reducing the use of Portland cement becomes a priority for economic reasons as well, requiring additional efforts for designers to approach eco-design processes dimensioning for structures and city infrastructures. Some owners or specifiers seek for useful life cycle and energy efficiency over time, especially if the goal is to obtain recognition by labelling. Such goal can put these two concepts in opposition, so determining valuable credits is needed.

For a comprehensive quantification of impacts the design process need to sharpen focus on the environmental factors produced from cradle to gate. Unlike MIVES, tools at 3rd level do not explicit award using less carbon intensive materials like substituents of Portland cement. However

the way this model is conceived still cannot help architects and contractors think in how to really reduce the major impacts.

Subjectivity and weighting

Heterogeneity in weighting categories is usually a highly controversial issue in life cycle impact assessment, as this is a subjective issue. We highlight differences

(puntuaciones) de los criterios y subcriterios. Con ello se pone de manifiesto cuánto influye en las decisiones del proyectista el cumplimiento con cada categoría, con sus criterios y qué características de diseño compromete el decisor en otras categorías al elegir la alternativa valorada con el mayor peso en su categoría. Ya sea por conseguir la máxima puntuación en la misma en virtud de minorar impactos negativos, sucede que mientras que los sistemas de certificación no estén fundamentados en un objetivo común, intereses opuestos pueden dificultar el criterio del proyectista en objetivos prioritarios.

Sistemática de los tipos de evaluación

Las herramientas de evaluación global del edificio se orientan a la etapa de ocupación, cuyos impactos serán estimados sobre métricas del diseño en relación a su entorno climático. Pese a que las herramientas no diseñadas en España como LEED y BREEAM adaptan los pesos de sus categorías a las diferentes geografías, su uso es meramente comercial y aporta poca utilidad en España; ya el Código Técnico exige eficiencia energética, donde LIDER y CALENER son las herramientas oficialmente reconocidas. Tras realizar una comparativa entre los sistemas existentes se identifican diferencias en cuanto al procedimiento, a agregación, ponderación y robustez de criterios (Figura 3).

La manifiesta desvinculación entre procesos de certificación energética y el ACV hace necesario un planteamiento del diseño que incluya impactos iniciales asociados y no como mera auditoría de impactos a posteriori. LEED v4 y BREEAM incluyen ACV experimentalmente en su evaluación,

between the three levels of assessment tools with the aim to find implications on decision making and to what extent the expert judgement could be influenced by the criteria weighting of criteria and subcriteria. It becomes clear that influential decisions of the designer fulfilling with each category, with its criteria and design features which compromises the decider in other categories to choose alternative assessed with the greatest weight in its category. Whether it by getting the highest score in thereof under lesser negative impacts, it happens that while certification systems are not fully developed under a common goal, special interests and competing interest may hinder decision maker view on priority goals.

Operative of assessment typologies

Whole building assessment tools traditionally focus in occupancy impacts rather than initial impact assessment, as is the aim of building life cycle analysis tools. Third level tools adapt category weighting according to regional features, however they are in competition with building codes and tools in constant adaption to European standards. After a comparative analysis of existing method we identified differences in the procedure we identify differences in procedure, aggregation, robustness of criteria weighting in Figure 3. The tools correspond to level 1; objective measurement of impacts and level 2 and 3 those assessing efficient designs.

The apparent disconnection between processes and energy certification tools and LCA necessitates a design process including initial embodied impacts and not merely a post-built audit.

Agregación de criterios	ACV para edificios	Modelo específico para estructuras de edificación	Específicos edificación
Herramienta ejemplo →	SIMAPRO 7, Gabi 4	MIVES (ICES)	LEED (VERDE)
Etapas evaluadas	materiales y procesos (fabricación)	Construcción	(Eficiencia energética) Operación
Sistema de indicadores	medición directa impactos	posesión de etiquetas, certificados y gestión en obra	medición de superficies del edificio + posesión etiquetas
Normalización de valores	no	función de valor (0-1)	valores no normalizados
Agregación de criterios	suma de impactos	valores discretos	valores discretos
Ponderación de criterios (subjetiva, según localización)	disponible bajo responsabilidad del proyectista	porcentajes (criterios socioeconómicos sin relevancia científica)	porcentajes
Solidez de ponderación	Validación requiere expertos	Fija, basado en expertos	according to Institute of Standards and Technology (NIST)
Interpretación de indicadores	unidades no ambiguas (impactos reales)	Valor numérico adimensional	Valor numérico adimensional

Fig. 3. Sistemática de la evaluación.

Assessment system.

asignan más puntos si se realiza ACV conforme a norma. Sin embargo no hay un requisito de mínimos objetivos o máximos impactos.

Análisis de utilidad de herramientas

La Figura 4 muestra la utilidad del proyectista. Como vemos las herramientas de 3er nivel tienen mayor utilidad para la etapa de interés del ocupante.

La interpretación de resultados de evaluación entre los diversos sistemas no es trivial por diferencias en el contenido valorado y agregación de criterios. Si lo que se pretende es comparar impactos, la agregación de criterios debe ser sobre indicadores en unidades de impactos cuantitativos. Además la significancia de los intervalos de certificación al ser arbitraria no deja de ser un mero incentivo comercial de cara al comprador, pero no de ayuda al proyectista.

Usefulness analysis of environmental tools

Figure 3 shows the target public of the tools, according to the pursued goals and object of analysis. We can clearly identify that 3rd level tools, Total Quality Assessment of a building assist occupants rather than architects.

It is not trivial the interpretation of assessment results among the diverse systems due to heterogeneous assessed content and criteria weighting. When comparing impacts and aggregation of criteria.

Priority categories

The categories with higher relative importance not meaningfully differ from the rest. Harmonisation of criteria within EU is currently under development so that there is no significant influence on designs when using a tool

Fig. 4. Utilidad para el proyectista.
Usefulness for designer.

UTILIDAD PROYECTISTA	SIMAPRO 7	MIVES - ICES	LEED (VERDE)
A QUÉ se orienta la evaluación	Impactos y cargas de materiales y procesos iniciales	Proyecto de estructura y Ejecución	Eficiencia energética en Operación
A QUIÉN se orienta la evaluación	Evaladores ambientales de edificios	Calculistas Dirección Facultativa	Ocupantes y propietarios (Valor comercial, mercado)
Cuantificación de impactos	Valores objetivos + interpretación	Impactos directos no son resultados (output). Análisis de sensibilidad necesario	Ausencia de valores numéricos como valoración de impactos

Categorías prioritarias

Las categorías que presentan mayor importancia relativa no difieren significativamente entre las herramientas. Actualmente se trabaja en la armonización de criterios, de forma que la influencia de usar un método u otro pueden influir en el diseño óptimo no sea significativa. Las emisiones son las más penalizadas de modo que los proyectistas se centran en reducir consumos que impliquen emisiones de CO₂eq. Como ejemplo las categorías prioritarias se señalan en Figura 5 para LEED.

Criterios más valorados	Prioridad	LEED
GWP (climate change)	1	27%
Water resources (operational)	2	10%
User comfort and health	3	12%
Non-renewal primary energy	4	9%

or another. Emissions are highly penalised, therefore has a high weight (27% over 100%) As an example Figure 5 shows some of the Priority categories for LEED system.

Building frames assessment

Building environmental assessment tools has widely focus on energy efficiency during lifetime; as well as building codes. Sharp focus is therefore needed for the quantification of impacts that assist architects consider environmental factors during design process (dematerialisation)(Ortiz-Rodriguez, Castells, and Sonnemann 2009). With regard to building structures a specific method for construction project actors emerged with the aim to introduce sustainable practices not only during operation but construction stage. Figure 2 shows classifies tools in three levels.

Development of decision assisting assessment tools

Life cycle assessment in project design

Considering LCA approach needs to get used to environmental factors during project design, seeking for project efficiency from cradle to gate, not only for operational stage. The use of close loop materials in the building frame is considered in LCA approach. It is necessary to boundary optimality criteria for concrete and steel, it is MIVES. from Pons and Aguado 2012 that step forward first. Still deficient, MIVES' evolution and improvement of the index provided depends on how we measure embodied impacts in a quantitative manner so that the designer can apply the tool.

Unlike MIVES building assessment tools do not explicitly value the use of Clunker substituents. These 3rd level tools will evolve as far as the assessment becomes not only focus on operational consumption but regulation considers

Fig. 5. Categorías Prioritarias en herramientas 3º nivel.
Priority Categories 3rd level tools.

La evaluación particularizada de estructuras de edificación

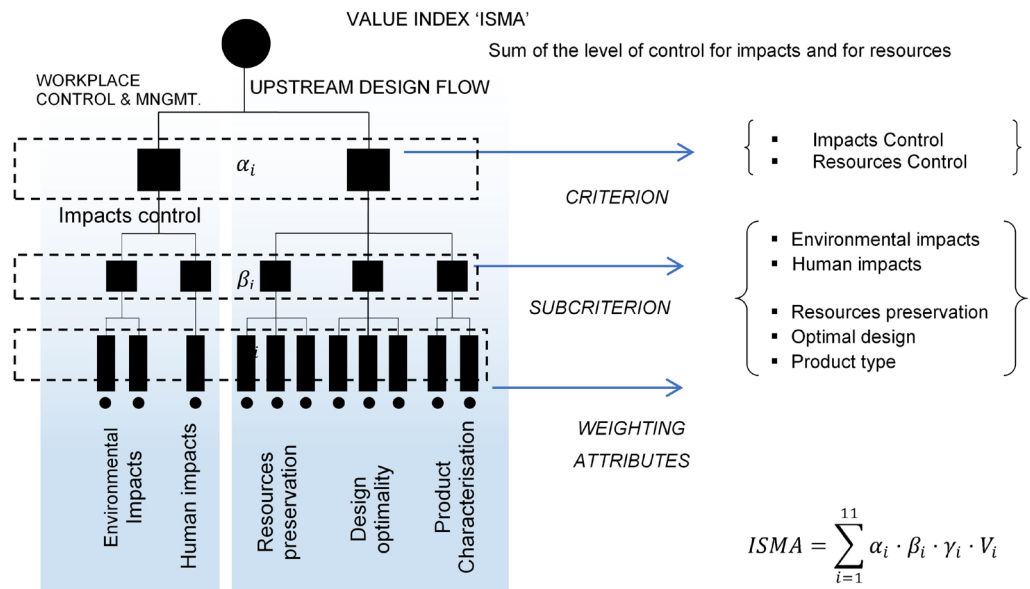
En lo que respecta a las estructuras de edificación, por su elevado impacto ambiental inicial, la utilidad del modelo vigente en la instrucción española de hormigón estructural EHE-08 es comparado con la de otros sistemas; podemos decir que a diferencia de ACV y las listas de comprobación tipo LEED, su estructura jerarquizada ayuda en las decisiones de proyecto respecto a la fase constructiva puesto que particulariza la cuantificación de factores de impacto a la práctica constructiva habitual.

Consideraciones para en el desarrollo de herramientas

Proyectar analizando el ciclo de vida

Las consideraciones hacia un planteamiento de análisis del ciclo de vida requieren que un diseño proyectual

Fig. 6. Modelo Integrado de Valor para el cálculo de sostenibilidad de estructuras de hormigón, MIVES.
Integrated Value Model for Sustainability Assessment of concrete structures, MIVES.



familiarizado con factores ambientales, abordar la eficiencia del proyecto de la cuna a la puerta (la obra) y no sólo en la eficiencia durante su uso. Se requiere evaluar desde el punto de vista del ciclo de vida de los materiales para delimitar criterios de optimización de hormigón y acero y el modelo integrado para estructuras sostenibles de EHE-08, MIVES, inicia esta tarea. A diferencia de MIVES, las herramientas de 3er nivel no valoran explícitamente el uso de materiales sustitutivos del Clinker de cemento. La evolución y mejora de ambos niveles de evaluación (nivel 2; MIVES y nivel 3; LEED, etc.) depende del objetivo de tal evaluación (comercial o de ayuda a la decisión).

Inclusión de las declaraciones ambientales de productos

Las declaraciones ambientales de productos de la construcción (DAP) en la evaluación no prevén de un valor sostenible añadido al diseño, puesto que es condición específica del material. Podríamos decir que la posesión de tal etiqueta en sí no debe ser ponderada cuantitativamente si no es mediante las unidades de impacto a las que afecta. Es decir, 2 etiquetados con diferente repercusión ambiental pueden ser ponderados con un mismo coeficiente de valor, sesgando el resultado final de la jerarquía, e invalidando su representatividad.

Valorización de residuos y subproductos industriales

MIVES valora explícitamente que los materiales implicados en los sistemas constructivos procedan de la valorización de residuos industriales, como las cenizas volantes, o escorias de horno alto. Sin embargo algún indicador (Figura 7) parecen estar duplicados en la categoría de caracterización del cemento, al puntuar la sustitución de Clinker por adiciones y el uso de fuentes de energía renovables y al mismo tiempo el certificado conformidad de protocolo de Kioto que valora eso mismo.

CONCLUSIONES

El hecho de que una evaluación del ciclo de vida de un edificio sea puntuable por las herramientas de evaluación no garantiza la sostenibilidad del mismo. Por otra parte, este objetivo de reducir impactos en dos vertientes

embodied energy use restrictions.

Assessment by environmental product declarations

Environmental Product Declarations (EPD) are labelling awarding systems provided by specifiers. We venture to say that the inclusion of EPD in the assessment would not provide a value beyond other options in the market; current specifiers commit with environmental regulation according to market demand so it is not considered as a comparable sustainability indicator in the decision hierarchy.

Waste valorisation and new industrial by-products

Unlike generic assessment tools for buildings that use discreet values depending on DAPs and product certificates, MIVES set impact categories from the boundaries of EHE-08 itself, as in Figure 7. However still the method needs to better aggregate criteria in order to avoid several duplicate indicators such as considering Kyoto protocol as well as renewable sources in separate criteria.

Conclusions

Despite using a LCA within building environmental tools, one single final punctuation is not enough to show compliance with environmental concerns because it attains resource allocation and impacts at two different levels: the building embodied resources and the future consumed energy resources and impacts. While building sustainable tools are conceived as a guarantee of improved sustainable design, LCA approach and other tools measure impacts, objectively. The designer must not only deal with efficient designs but will need to be aware of how much influential is a constructive system on the environment.

Environmental tools have a major role in the design practice during the stages of the process of the project. For example, the weight of materials a building is no more a matter for structural dimensioning, but also a variable to minimise for environmental concerns. We must strive to refine and complete tools to assist satisfactory project decisions. The attainment of a certification label doesn't necessarily mean sustainable performance, but it is the current way to benchmark between options. Disparity between the values

Certificados del cemento	Puntuación	Contribución (reducción)	Reducción de impacto	Aplicado a
Adiciones menores o iguales al 20%	35%	Sustitución de Clinker	Cambio climático	intrínseco del producto
Adiciones superiores al 20%	50%			
Protocolo de Kyoto	20%	Reducir consumo diésel	Agotamiento combustibles fósiles	proceso planta de producción
Reducción emisiones CO2 combustible	15%			

(iniciales y operacionales) requiere que los indicadores sean objetivos ya que el proyectista deberá aportar su criterio y experiencia sobre las cuestiones cualitativas o intangibles. El proyectista debe no sólo lidiar con un diseño eficiente durante la etapa de uso sino también con la influencia en el entorno de la tipología elegida.

Se requiere cierta claridad en la cuantificación de impactos para ayudar a arquitectos en la consideración de factores ambientales en el diseño. A diferencia de MIVES, las herramientas de evaluación de edificios no evalúan explícitamente impactos previsibles en términos de eficiencia energética y emisiones. Por otra parte la presencia de temas ajenos al impacto ambiental desvirtúa la calificación y su interpretación. Así tenemos los impactos sociales y económicos que deben contemplarse en metodologías multicriterio para la toma de decisiones o métodos reduccionistas como análisis de coste-beneficio.

represented by these points is a fact.

When the objective is a simple evaluation, tools should clearly separate negative inputs –impacts– from sustainable and innovative techniques and systems. On the other hand, when the aim is to choose among several feasible alternatives the decision usually lies on economic and constructability issues, being the ones currently cared by the professional practice so far for market reasons. This is a twofold concern to overcome so integrating approaches that considers economic, constructive requisites becomes necessary.

Fig. 7. Valores mejor valorados en subcriterio de optimización de cementos en ICES.

Best valued indicators for use of structural cement.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Leadership for Energy and Environmental Design and adaption for Spain (Verde tool). Green Building Council.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Aguado, Antonio. 2012. "Metodología Genérica Para La Evaluación de La Sostenibilidad de Sistemas Constructivos. El Método MIVES." In "Sostenibilidad Y Construcción," edited by Antonio Aguado de Cea, 385–411. ACHE (Asociación Científico-Técnica del Hormigón; Spanish Concrete Association), Madrid, Spain.
2. Huedo, P., and B. López-Mesa. 2013. "Revisión de Herramientas de Asistencia En La Selección de Soluciones Constructivas Sostenibles de Edificación." *Informes de La Construcción* 65 (529): 77–88.
3. Ng, S. Thomas, Yuan Chen, and James M.W. Wong. 2013. "Variability of Building Environmental Assessment Tools on Evaluating Carbon Emissions." *Environmental Impact Assessment Review* 38 (January): 131–41.
4. Ortiz-Rodriguez, Oscar, Francesc Castells, and Guido Sonnemann. 2009. "Sustainability in the Construction Industry: A Review of Recent Developments Based on LCA." *Construction and Building Materials* 23 (1): 28–39.
5. Pons, Oriol, and Antonio Aguado. 2012. "Integrated Value Model for Sustainable Assessment Applied to Technologies Used to Build Schools in Catalonia, Spain." *Building and Environment* 53 (July). Elsevier Ltd: 49–58.
6. Wallhagen, Marita, Mauritz Glaumann, Ola Eriksson, and Ulla Westerberg. 2013. "Framework for Detailed Comparison of Building Environmental Assessment Tools." *Buildings* 3 (1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 39–60. doi:10.3390/buildings3010039.