

SOSTENIBILIDAD EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS DE UN EDIFICIO FRENTE A DOS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN SOSTENIBLE

Rodríguez López, F.

Fernández Sánchez, G.^(P)

Departamento de ingeniería civil: construcción. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid

Abstract

The Sustainable Development has found its application in the urban scope with the appearance of Agenda 21 in the Rio Earth Summit in 1992 and in the construction sector with the Sustainable Construction concept in 1994. Since then, the use of sustainability indicators have settled down as necessary means for the control and monitoring of new sustainable objectives within the construction projects. As well, the sustainable indicators are used as a tool for the decision-making process.

In this paper it has been studied the state of knowledge of the sustainability indicators system in the building sector by means of a revision of the documentation and the analysis of a building case study by two different tools and it is marked the future research in this knowledge area.

Keywords: *Sustainable development, indicators, building, sustainable construction*

Resumen

El Desarrollo Sostenible encuentra su aplicación en el ámbito urbano con la aparición de la Agenda 21 en la Cumbre de Río en 1992 así como en el sector de la Construcción con el nuevo concepto denominado Construcción Sostenible en 1994. Desde entonces se ha establecido el uso de Indicadores de Sostenibilidad como un medio necesario para el control y seguimiento de los nuevos objetivos sostenibles dentro de los proyectos de construcción además de como herramienta para el control y la toma de decisiones.

Se estudia el estado de los Sistemas de Indicadores en el sector de la construcción mediante una revisión de la documentación, y se realiza una evaluación de un caso de estudio de un edificio de nueva construcción en Madrid frente a varias herramientas de evaluación sostenible y se señalan las futuras líneas de investigación en esta área de conocimiento.

Palabras clave: *Desarrollo sostenible, indicadores, edificación, construcción sostenible*

1. Introducción

La Agenda 21 surge en 1992 como un instrumento estratégico de apoyo al concepto sostenible para su aplicación en el ámbito urbano. En el informe Río+5 (1997) más de 1.800 municipios y metrópolis de 64 países trabajaban ya en su Agenda 21 Local y cinco años más tarde ya existían 6.416 municipios en 113 países que se encontraban involucrados en las actividades de Agenda 21 (ICLEI, 2002). Ya en este proceso se subraya la importancia

del establecimiento de indicadores de sostenibilidad para alcanzar los objetivos medioambientales, sociales y económicos:

“Indicators of sustainable development need to be developed to provide solid bases for decision-making at all levels and to contribute to a self-regulating sustainability of integrated environment and development systems” (United Nations, 1992; Agenda 21 Chapter 40.4)

Por lo tanto, los sistemas de indicadores urbanos se convierten en un elemento básico dentro del proceso de Agenda 21 y de un desarrollo urbano sostenible.

Con la aparición de este proceso a nivel estratégico, surge la necesidad de su aplicación a nivel táctico: los proyectos de construcción. Debido a los grandes impactos de estos proyectos sobre el entorno social, económico y medioambiental, diseñar y construir con los nuevos objetivos de sostenibilidad forma la nueva idea de proyectar denominada *Construcción Sostenible*, que nació en 1994 en Florida en la primera conferencia internacional de construcción sostenible (Kibert, 1994).

La CERF (Civil Engineering Research Foundation) definió el desarrollo sostenible en la ingeniería civil como:

“... el desafío de satisfacer las crecientes necesidades humanas de recursos naturales, productos industriales, energía, comida, transporte, vivienda y la eficaz gestión de los residuos al mismo tiempo que se conserva y protege la calidad del medio ambiente y la base de los recursos naturales esenciales para el desarrollo futuro” (CERF, 1996).

En el campo de la edificación existen numerosas aproximaciones hacia la sostenibilidad, como se mostrará más adelante, mientras que en los proyectos de infraestructuras el cambio resulta mucho más lento y las aplicaciones de criterios sostenibles se basan casi únicamente en Manuales de Buenas Prácticas con el entorno. Las buenas prácticas son el resultado de la experiencia que sin duda son activos muy importantes pero que actualmente resulta insuficiente.

La aplicación de la sostenibilidad a los proyectos ha sido generalmente, al igual que a escala urbana, mediante sistemas de indicadores. Según la organización CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators) resulta necesario este sistema de indicadores para identificar las conexiones causales entre los requisitos económicos, culturales, sociales y ecológicos dentro del concepto denominado desarrollo sostenible. Se consideran necesarios por las siguientes razones prácticas:

- La toma de decisiones en estos proyectos han de ser tomadas en las etapas previas (planificación y diseño) y para ello se necesitan herramientas que permitan calificar el edificio en las diferentes dimensiones de la sostenibilidad.
- La complejidad inherente al concepto de sostenibilidad hace que unos indicadores sencillos simplifiquen el problema de un modo lo más objetivo posible de modo que se pueda estudiar fácilmente el impacto (positivo y negativo) que tendrá el edificio sobre el entorno en el ciclo de vida.
- Los indicadores analizan el edificio mediante criterios que evaluarán los objetivos sostenibles que se quieren alcanzar en las diferentes fases y permite que desde etapas iniciales se pueda gestionar correctamente un proyecto.

Existen otras aproximaciones para la aplicación del concepto sostenible a los proyectos de construcción (Pulaski y Horman, 2005; Rodríguez y Fernández, 2008), sin embargo los sistemas de indicadores son, de momento, los más empleados para lograr los objetivos relacionados con la sostenibilidad.

2. Objetivos y alcance

Los objetivos que se han perseguido en este trabajo son los siguientes:

1. Analizar los sistemas de indicadores en los proyectos de construcción. Cuantificar las herramientas de evaluación de la sostenibilidad existentes en el mundo, identificando las organizaciones internacionales encargadas de gestionar y estandarizar las mismas. Solicitud de las herramientas para su estudio y manejo.
2. Empleo de varias herramientas ante un mismo caso de estudio con el fin de identificar las debilidades y fortalezas de cada sistema, en su aplicación a un edificio que cumpla con la legislación vigente y comprobar los diferentes enfoques hacia la sostenibilidad de cada sistema.
3. Establecer las potenciales líneas de investigación en el sector de la construcción y discutir los resultados ante el caso de estudio realizado.

Para conseguir estos objetivos se ha planteado una metodología de investigación consistente en la aplicación de las técnicas de revisión de la documentación científica existente, la consulta con expertos en los diversos campos y la aplicación de casos de estudio.

3. Sistemas de Indicadores de Sostenibilidad en la Edificación

El concepto de *construcción sostenible* se ha centrado principalmente en el sector de la edificación. De hecho, es en este sector donde se han producido numerosas investigaciones, guías y aportaciones para poder alcanzar los nuevos objetivos de la edificación sostenible.

Se ha realizado una búsqueda de las herramientas existentes para la evaluación de la sostenibilidad en el mundo que trabajan por medio de sistemas de indicadores por medio de las diferentes bases de datos encontradas como la disponible en la web de CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators), del U.S. Department of Energy "Building Technologies Programs", los trabajos de Fowler y Rauch (2006) y de la IEA (International Energy Agency, 2001), identificando los diferentes sistemas de evaluación sostenible encontrados llegando a un total de 73 herramientas (Fernández, 2008), donde las más conocidas son, entre otras, BREEAM, LEED, GBC y CASBEE. Se han excluido del estudio aquellas que se basan en análisis del ciclo de vida de uno o varios aspectos de la sostenibilidad, considerando únicamente aquellos que tratan de englobar el concepto sostenible en su totalidad.

De acuerdo a la revisión de la documentación revisada, las herramientas de evaluación de la sostenibilidad en el sector de la edificación presentan los siguientes problemas identificados:

1. Presentan una gran incertidumbre y subjetividad durante la selección de criterios e indicadores (Seo et al., 2004).
2. Heterogeneidad entre los diferentes sistemas de indicadores con la inexistencia de consenso global para la selección y el uso de los indicadores (Wilson et al., 2007), dimensiones y áreas no estandarizadas, con lo que cada sistema evalúa de acuerdo a su propio criterio.
3. Es necesaria la adaptación de los modelos a las condiciones locales de cada país y región (como por ejemplo sí que realiza el Green Building Challenge).
4. Existen modelos muy diferentes de evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores: sistema checklist (como BREEAM o LEED), puntuaciones lineales según el esfuerzo realizado en cada criterio en el proyecto (GBC), cálculo de la eco-eficiencia (relación entre servicios y cargas, como el CASBEE).

5. Número de indicadores necesarios, que debiera ser por lo general relativamente pequeño y que no resulta ser así en los sistemas de indicadores existentes (Alarcón, 2005).

Consecuentemente a estos problemas han surgido intentos a nivel global para estandarizar y homogeneizar criterios de evaluación de la sostenibilidad de edificios y hacer posible su comparación y certificación con criterios semejantes. Así, desde la Internacional Organization for Standardization (ISO) están surgiendo una serie de estándares para la normalización de la selección de indicadores estableciendo marcos de trabajo y guías para la evaluación según los diferentes pilares de la sostenibilidad. En la tabla 1 se reflejan todos los estándares publicados, o en proceso de publicación, por ISO que, como se aprecia, son muy recientes (desde hace tres años hasta la actualidad).

Estándar	Denominación del estándar	Año publicación
ISO 21929-1	Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework for development of indicators for buildings	3-2006
ISO 21930	Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products	10-2007
ISO 21931-1	Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment for environmental performance of construction works - Part 1: Buildings	6-2008
ISO 21932	Sustainability in building construction – Terminology	2005
ISO 15392	Sustainability in building construction - General principles.	5-2008
CEN EN 15643-1	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 1: General framework.	<i>Borrador</i>
CEN EN 15643-2	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance	<i>Borrador</i>
CEN EN 15643-3	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 3: Framework for the assessment of social performance	<i>Borrador</i>
CEN EN 15643-4	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 4: Framework for the assessment of economic performance	<i>Borrador</i>

Tabla 1. Estándares relacionados con la aplicación de la sostenibilidad en la edificación

Asimismo, existen dos proyectos de investigación que tratan de crear una herramienta que estandarice los sistemas de indicadores de evaluación de la sostenibilidad. Por un lado, se encuentra el proyecto de investigación ya finalizado LEnSE (Methodology Development towards a Label for Environmental, Social and Economic Buildings) del sexto programa marco de la Unión Europea y, por otro, el sello de sostenibilidad universal de edificación respaldado por el World Council of Civil Engineers (WCCE) que se está llevando a cabo a través de la Universidad Politécnica de Madrid. Todos ellos con el objetivo de solucionar los

problemas existentes entre la multitud de sistemas de indicadores que coexisten en el sector de la construcción y la edificación.

4. Caso de estudio: edificio de oficinas

Dentro de este contexto analizado, se ha escogido para como caso de estudio un edificio de oficinas en Las Rozas (Madrid), actualmente en proceso de construcción y que cumple la normativa del nuevo Código Técnico de la Edificación. El objetivo primordial de este análisis es el estudio del comportamiento de dos de las herramientas más utilizadas frente a un mismo edificio, valorar las distintas puntuaciones obtenidas y evaluar un edificio que cumple la normativa legal y ha sido diseñado con ciertos criterios de sostenibilidad (establecidos por el promotor) y valorar los resultados que obtiene para el caso de la GBTool'05 y CASBEE. Se han escogido estas dos herramientas por su importancia en el sector, la facilidad de acceso y por la disponibilidad de un contacto directo con expertos involucrados en las respectivas organizaciones.

Las características del edificio en cuestión son las siguientes:

1. Edificio de oficinas y garaje en Las Rozas (Madrid) en una parcela donde no existía ningún otro edificio
2. Número de plantas: 4 plantas sobre rasante y 2 bajo rasante (garajes)
3. La superficie construida sobre rasante es de 36.500 m², bajo rasante de 26.465 m² y la superficie de urbanización de 9.367 m²
4. Obligación de cumplimiento del Código Técnico de la Edificación
5. Objetivos del promotor:
 - Agotar en lo posible la edificabilidad de la parcela
 - Implantación de 52 posibles oficinas de unos 500 m²
 - Mayor número de plazas de aparcamiento posibles
 - Reciclar el 75 % de los materiales empleados en la construcción (sin incluir los residuos de excavación)
 - Mínimo de 1.100 plazas de aparcamiento
 - Implantar la energía térmica para ACS y energía fotovoltaica mínima para cumplir el CTE para un edificio de estas características
 - Elaboración de un manual de mantenimiento con la explicación de todos los equipamientos y sistemas presentes en el edificio
 - Superar ampliamente los requerimientos del aislamiento de ruido por encima del Documento Básico HR – Protección frente al ruido

4.1 Aplicación del GBTool'05

La primera herramienta para evaluar la sostenibilidad de la edificación objeto de estudio ha sido la GBTool'05 del GBC (Green Building Challenge). Para ello se contactó con los miembros del iSBE (International Initiative for Sustainable Built Environment) para solicitar tanto la herramienta como los valores de referencia para Madrid (*Benchmarking*). En un primer momento se iba a realizar el análisis con la nueva herramienta SBTool'07 de muy reciente creación y presentada en Julio de 2008 en el Instituto Eduardo Torroja de Madrid, pero debido a que todavía se estaba ultimando la metodología y los valores de referencia españoles, se ha realizado finalmente con la Green Building Tool de 2005.

Del total de indicadores posibles presentes en la herramienta, se han empleado 59 indicadores pues se ha analizado desde el punto de vista de la “fase de diseño” ya que está todavía en fase de construcción. Además, en ocasiones, el proyecto carecía de la información necesaria y se ha optado por no contabilizar el indicador. Cabe señalar, en ocasiones, las dificultades encontradas para poder valorar ciertos criterios donde se ha necesitado la colaboración de expertos en el proyecto o los propios autores para la resolución de dudas que han ido surgiendo durante la evaluación.

Los resultados obtenidos mediante el análisis del edificio con la GBTool’05 vienen expresados en la figura 1.

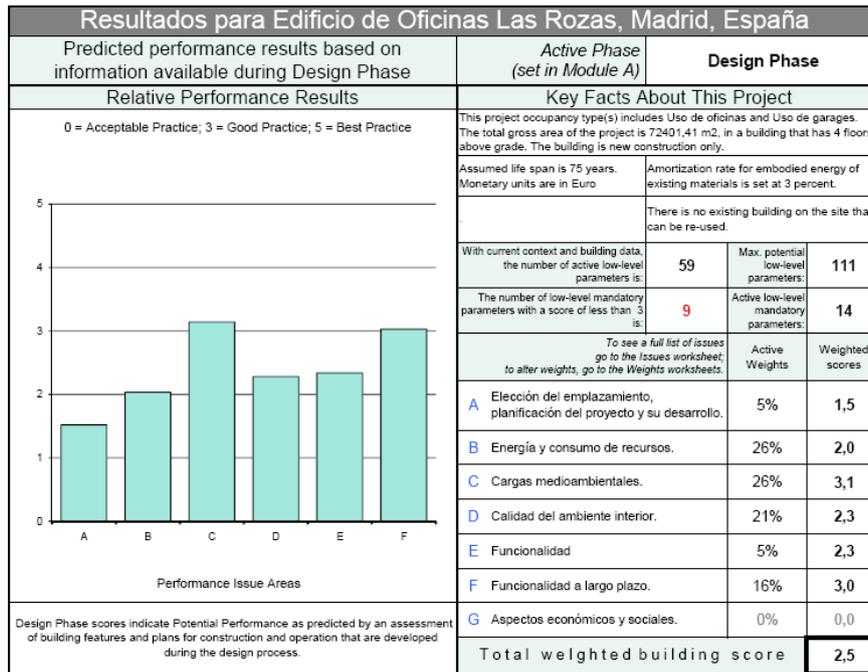


Figura 1. Resultado gráfico de la herramienta GBTool’05 para el caso de estudio

La valoración final del edificio es de 2,5 próxima a lo considerado por el GBTool’05 como buena práctica. En la dimensión “A-Elección del emplazamiento, planificación y desarrollo” se ha valorado positivamente el maximizar la edificabilidad pero negativamente el número de plazas de aparcamiento así como el hecho de que el edificio esté diseñado únicamente para el uso de oficinas. La dimensión “B-Energía y consumo de recursos” donde el edificio cumple estrictamente la normativa vigente y, junto al uso de materiales de construcción locales y el diseño planteado para su futuro mantenimiento, hace que obtenga una puntuación cercana a buena. En el área “C-Cargas medioambientales” es donde se obtiene una mayor valoración debido a la existencia de un plan de erosión y sedimentación realizado por encargo del promotor, la eliminación de productos refrigerantes que emiten CFC-11, la correcta gestión de residuos planteada que marca como objetivo el reciclaje del 75 % de los residuos generados y la previsión de espacios de almacenaje y clasificación suficientes para albergar el 100 % de los RSU durante la fase de explotación. En la dimensión “D-Calidad del ambiente interior” se ha puntuado positivamente los sistemas previstos de control y monitorización de la calidad del aire y la no exposición al humo de tabaco (prohibición) o a contaminantes producidos por los ocupantes. Asimismo, en el aislamiento acústico y de vibraciones se han superado las exigencias de la propia normativa. En “E-Funcionalidad”, debido a que uno de los objetivos del promotor consistía en el aprovechamiento máximo del espacio, los ratios como la relación entre superficie útil funcional y la útil total en uso de oficinas (cerca al 90 %) además de la existencia de sistemas de control de las

instalaciones y equipamientos tanto parciales como totales hace que se obtenga una puntuación superior a 2. Por último, en la dimensión “F-Funcionalidad a largo plazo”, el diseño del edificio pensando en el mantenimiento de las instalaciones y conducciones hace que su reparación pueda ser relativamente sencilla, además la altura de cada planta es superior a los 3 metros y se trata de un edificio adaptado totalmente a la instalación de paneles fotovoltaicos y térmicos (80% de la energía térmica para ACS). Asimismo se ha desarrollado un manual detallado de mantenimiento para los usuarios, que hace que la funcionalidad a largo plazo sea de las dimensiones más valoradas.

4.2 Aplicación del CASBEE

La herramienta CASBEE fue escogida por la similitud con la herramienta GBTool’05 para hacer posible su comparación, aunque su modo de calificar el edificio resulta diferente, pues el CASBEE se basa en el cálculo de la *eco-eficiencia* (relación entre servicios del edificio y cargas ambientales, sociales y económicas en el entorno).

Los indicadores analizados finalmente han sido 70 debido a que se ha analizado en la fase de diseño y construcción. Además, en ocasiones el proyecto carecía de la información necesaria y se ha optado por no calificar el indicador. Los resultados obtenidos mediante la evaluación del edificio con CASBEE vienen expresados en la figura 2.

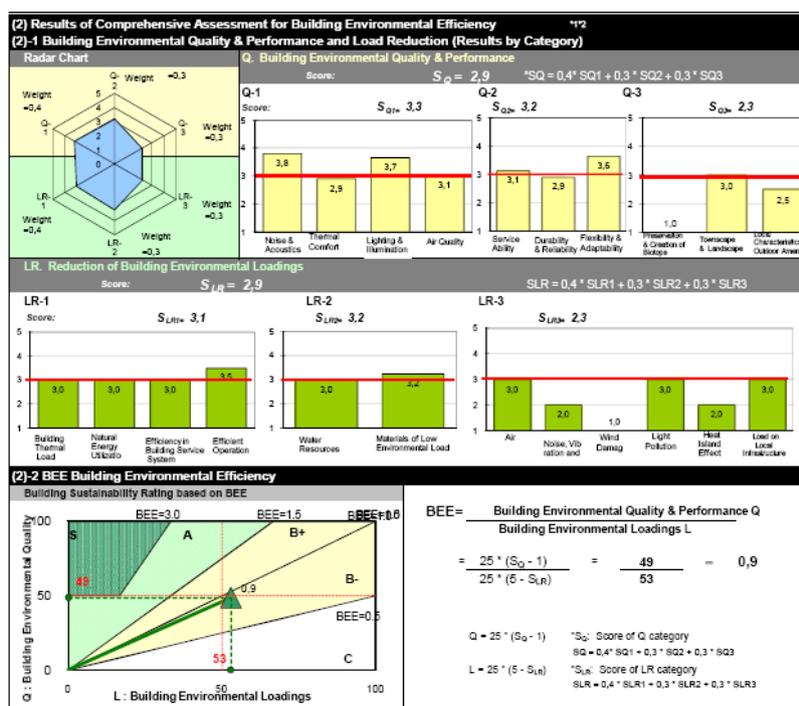


Figura 2. Resultado gráfico de la herramienta CASBEE para el caso de estudio

El edificio es valorado por el CASBEE como B- con un valor de la *eco-eficiencia* de 0,9. Como primera parte del análisis sobre los servicios del edificio (Q-Calidad medioambiental y funcionamiento), se muestra que en “ambiente interior” (Q1) se ha valorado positivamente el aumento de los aislamientos acústicos, el control de la iluminación desde cada zona de trabajo y el confort térmico, así como la disponibilidad de los sistemas de aire acondicionado para las distintas zonas de trabajo durante las horas fuera de la jornada laboral y en verano. En “calidad del servicio” (Q2) se ha puntuado la altura proyectada para los techos de cada planta, la disponibilidad de espacios enfocados al descanso y el diseño de equipamientos y servicios (conductos de abastecimiento y saneamiento de aguas, eléctricos y telecomunicaciones) pensando en la fase de mantenimiento de modo que no se dañen elementos estructurales en su posible reparación. Por último, el “medioambiente exterior en

el lugar” (Q3) se obtiene la puntuación más baja dentro de los servicios del edificio pues no contempla la creación de tejados o fachadas verdes, no dispone de un plan de control y gestión de la flora y fauna del entorno ni se prevé la formación de superficies acuáticas. Se considera este área por debajo de lo considerado como buena práctica.

Como segunda parte del análisis, se encuentra la reducción de cargas ambientales del edificio (LR), donde en el aspecto de “energía” (LR1) se cumple estrictamente con la normativa legal y se obtiene una media de buena práctica. En el área de “recursos y materiales” (LR2), se da mucha importancia al uso de materiales reutilizados y reciclados donde el edificio caso de estudio apenas puntúa y, sin embargo, no existe un indicador para el objetivo marcado por el promotor de reciclar un 75 % de los residuos generados. Para finalizar, en “ambiente exterior” vuelve a ser puntuado muy bajo debido a que no aparece en el proyecto simulaciones del daño previsto del viento sobre el edificio ni la consideración del bloqueo del movimiento del aire por la existencia del edificio en el entorno. Tampoco introduce sistemas para la reducción del volumen de los residuos orgánicos. Valora aspectos que salen fuera de la normativa y tiene una puntuación por debajo de buena práctica.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha analizado el estado de los sistemas de indicadores de sostenibilidad en el sector de la edificación, los problemas existentes y las propuestas y proyectos de investigación que tratan de resolver los mismos. Además se ha evaluado un mismo edificio de oficinas que cumple la normativa legal ante dos sistemas de indicadores y, a la vista de los resultados obtenidos y de la documentación revisada, se establecen las siguientes conclusiones:

- Los sistemas de indicadores de sostenibilidad en la edificación surgieron, al igual que a nivel urbano con la Agenda 21, a comienzos de la década de los 90, y desde entonces la evolución ha sido muy grande en el sector.
- Se han identificado más de 70 herramientas de indicadores de sostenibilidad en el mundo, identificándose una serie de problemas relacionados con la heterogeneidad existente entre los diferentes sistemas, diferencia en los criterios de selección de indicadores y su evaluación, el número de indicadores y dimensiones y la incertidumbre presente en la selección y análisis de los indicadores.
- La certificación sostenible de los proyectos edificatorios está actualmente aceptada, y aunque existen errores al tratar de representar un contexto complejo, es una demanda tanto por parte de los promotores (como sello de calidad y compromiso con el entorno) como por parte de la sociedad que exige productos más respetuosos con el entorno medioambiental, social y económico.
- Se han mostrado las diferentes propuestas para la solución de los problemas expuestos, como son los intentos de estandarización (normas ISO) y de homogeneización de criterios tanto en proyectos europeos como a escala mundial.
- En el caso de estudio expuesto, el uso de diferentes herramientas sobre un mismo edificio ha permitido confirmar que existen distintos planteamientos de la sostenibilidad, con diferentes criterios e indicadores y que la construcción sostenible va más lejos que las propias normativas legales. La evolución que se necesita actualmente es el refinamiento de las herramientas existentes y la estandarización global que permita su comparación junto a las diferencias regiones con diferentes valores de partida.
- Se ha comprobado la dificultad existente para la evaluación de la sostenibilidad de un edificio que trata únicamente de cumplir con la normativa legal y además dispone de

ciertos criterios sostenibles establecidos por el promotor, pues carece en algunos casos de la información requerida para su evaluación. Parece claro que se puede conseguir una buena puntuación conociendo primero los indicadores del sistema con el que se quiere evaluar la sostenibilidad para poder lograr estos objetivos. Por lo tanto son buenas herramientas para la toma de decisión pero no como una valoración posterior de la calidad del edificio.

- La valoración de las distintas herramientas ante un mismo edificio son diferentes aunque guardan características comunes. Analizando y comparando secciones similares se llega a las mismas conclusiones. No son comparables las valoraciones finales donde todos los indicadores se engloban en un resultado que puede ser diferente.
- El cumplimiento de la normativa legal en edificación hace que el edificio sea calificado como buena práctica, pero con muchos puntos para mejorar todavía: 2,5 sobre un máximo de 5 en el caso de GBTool'05 y una eco-eficiencia de 0,9 (B-) sobre un máximo de 4 (S).

Referencias

Alarcón Núñez, D.B., “*Modelo Integrado de Valor para Estructuras Sostenibles*”, Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior D'Enginyers de Camins, Canals i Ports, 2005.

CERF, “Assessing Global Research Needs”, *Symposium on Engineering and Construction for Sustainable Development in the 21st Century*, Civil Engineering Research Foundation, Washington D.C., 1996.

CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators) <http://crisp.cstb.fr>

Fernández Sánchez, G., “*Análisis de los Sistemas de Indicadores de Sostenibilidad: Planificación Urbana y Proyectos de Construcción*”, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, Julio 2008.

Fowler, K.M. and Rauch, E.M., “*Sustainable Building Rating Systems*”, Department of Energy, United States of America, July 2006.

ICLEI, “*Local Governments' Response to Agenda 21: Summary Report of Local Agenda 21 Survey with Regional Focus*”, International Council for Local Environmental Initiatives, Canada, 2002.

International Energy Agency and Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, “*Directory of Tools, a Survey of LCA Tools, Assessment Frameworks, Rating Systems, Technical Guidelines, Catalogues, Checklistis and Certificates*”, Annex 31 Energy-related Environmental Impact of Buildings, Canada Mortgage and Housing Corporation, 2001.

Kibert, C., “CIB – TG16”, *First International Conference on Sustainable Construction*, Florida, 1994.

Pulaski, M. and Horman, M., “Continuous Value Enhancement Process”, *Journal of Construction Engineering and Management ASCE*, Vol. 131, No. 12, December 1, 2005, pp. 1274-1282.

Rodríguez López, F. y Fernández Sánchez, G., “Sostenibilidad y Cambio Climático: nuevos objetivos y requisitos en la gestión de proyectos de ingeniería”, *Proceedings of the XII International Conference on Project Engineering*, Zaragoza, 2008.

United Nations, “*Agenda 21: The United Nations Programme of Action From Rio*”, United Nations, New York, 1992.

U.S. Department of Energy "Building Technologies Programs"
www.1.eere.energy.gov/buildings/

Seo, S., Aramaki, T., Hwang, Y. and Hanaki, K., "Fuzzy Decision-Making tool for Environmental Sustainable Buildings", *Journal of Construction Engineering and Management ASCE*, May/June 2004, pp. 415-423.

Wilson, J., Tyedmers, P. and Pelot, R., "Constrasting and comparing sustainable development indicator metrics", *Ecological Indicators*, Vol. 7 Issue 2, 2007, pp. 299-314.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de la empresa CPV (Control, Prevención y Verificación) y de los profesores de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos (UPM) que colaboran en revisar y aportar ideas a este trabajo.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Gonzalo Fernández Sánchez
E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos, Departamento de Ingeniería Civil: Construcción.
Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria
C/ Profesor Aranguren S/N, 28040 Madrid (España)
Phone: +34 91 336 5378
Fax: + 34 91336 6803
E-mail: gonzalofe@caminos.upm.es