

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I
ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE EN LA ARQUITECTURA

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL



DOCTORANDA CHIARA MONTEROTTI

DIRECTOR ALBERT CUCHÍ BURGOS

TUTOR RAFAEL SERRA FLORENSA †

*Lo que no se define no se puede medir.
Lo que no se mide , no se puede mejorar.
Lo que no se mejora, se degrada siempre.*
William Thomson, Físico británico siglo XIX

A Jean François, Gwenaël y Paolo
A mis padres

Agradecimientos

Agradezco profundamente todas las personas que me han sostenido y guiado en el largo y difícil camino que he recorrido para desarrollar esta investigación. El profesor Albert Cuchí, que más que un director de tesis es un maestro, mi compañero Jean François Guillemet, por haberme sostenido, acompañado hasta el límite de las fuerzas y de sus posibilidades, a ambos por haber creído en mí. A mis hijos, Gwenaël y Paolo, por haber compartido el tiempo de su madre con el deseo de realizar esta investigación. A mis padres, por estar ahí cuando hace falta. A los integrantes del Departamento de Construccions 1 de la Etsab y Etsav. A los integrantes de Societat Orgànica, por haberme dado la oportunidad de poner en práctica los resultados de mi investigación. A GBCE por comprometerse tanto en introducir las herramientas de certificación ambiental en España. A Anna Pàges y todos los integrantes de Oasis, por compartir los mismos valores y actuar para el avance de la construcción sostenible. A todos los amigos que en muchas ocasiones me han ayudado. Agradezco el filósofo y doctor Daisaku Ikeda por transmitirme la forma correcta de vivir.

Recuerdo con profundo agradecimiento el Profesor Rafael Serra, que ya no está con nosotros y que nos ha mostrado el camino de una arquitectura que coopera con el medioambiente para una habitabilidad más humana y consciente.

Índice

Introducción	2
• Hipótesis de partida	2
• Resultados que se pretenden	4
• Objetivos del análisis y de la propuesta	6
• Contenido de la investigación	8
1. Estado del arte sobre la evaluación de la sostenibilidad de la construcción	11
1.1. Normativas de la administración pública	13
1.1.1 Unión Europea	13
1.1.2 España	15
1.1.3 Catalunya	17
1.1.4 Diputació de Barcelona	17
1.2. Sistemas de previsión de impacto	18
1.2.1 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	18
1.2.2 El Análisis de ciclo de Vida	19
1.3 Sistemas de Gestión Ambiental	20
1.3.1 Sistemas de gestión ambiental ISO 14001 y EMAS	20
1.4 Etiquetas más importantes de tipo I, II y III en el sector de la construcción del ámbito español	21
1.4.1 Etiqueta Ecológica de la Unión Europea ECOLABEL	21
1.4.2 Marca AENOR Medio Ambiente	22
1.4.3 Distintivo de garantía de Calidad Ambiental	23
1.4.4 DAPc Declaración Ambiental de producto de la Construcción – Etiquetas de tipo III	23
1.5 Herramientas de análisis parcial en ámbito español	25
1.5.1 Lider	25
1.5.2 Calener	26
1.5.3 Otras herramientas y software de análisis parcial (Passivhaus, Minergie, etc.)	27
1.6 Sistemas de indicadores como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios	29
1.6.1 Estándares sobre sistemas de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios	31
1.6.1.1 Norma UNE-ISO/TS 21929-1:2009 - Sostenibilidad en Construcción de Edificios – Indicadores de Sostenibilidad. Marco para el Desarrollo de Indicadores para Edificios	31
1.6.1.2 Norma UNE-ISO/TS 21931-1:2008 - Sostenibilidad en construcción de edificios. Marco de trabajo para los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los trabajos de construcción. Parte 1: Edificios	32
1.6.2. Los sistemas de indicadores como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios constituyen el objeto de estudio de esta investigación	36
1.7 Herramienta CASBEE versión 1.0	38
1.7.1 Origen y autores	38
1.7.2 Historia	39
1.7.3 Usuario tipo	39
1.7.4 Objeto de estudio	39
1.7.5 Objetivos declarados	40
1.7.6 Áreas de interés	40

1.7.7 Estrategia operativa y estructura	41
1.7.8 Sistema de puntuación, niveles de certificación	44
1.7.9 Difusión	45
1.8 Herramienta GBTOOL versión 1.80	48
1.8.1 Origen y autores,	48
1.8.2 Historia,	49
1.8.3 Usuario tipo,	49
1.8.4 Objeto de estudio,	50
1.8.5 Objetivos declarados,	50
1.8.6 Áreas de interés,	50
1.8.7. Estrategia operativa y estructura,	51
1.8.8. Sistema de puntuación, niveles de certificación,	55
1.8.9. Difusión	55
1.9 Herramienta ITACA versión 1.0.	56
1.9.1 Origen y autores	56
1.9.2 Historia	56
1.9.3 Usuario tipo	57
1.9.4 Objeto de estudio	57
1.9.5 Objetivos declarados	57
1.9.6 Áreas de interés	58
1.9.7 Estrategia operativa y estructura,	59
1.9.8 Sistema de puntuación, niveles de certificación,	61
1.9.9 Difusión	62
1.10 Herramienta LEED versión 2.0	64
1.10.1 Origen y autores	64
1.10.2 Historia	64
1.10.3 Usuario tipo	65
1.10.4 Objeto de estudio	66
1.10.5 Objetivos declarados	66
1.10.6 Áreas de interés	66
1.10.7 Estrategia operativa y estructura	67
1.10.8 Sistema de puntuación, niveles de certificación	68
1.10.9 Difusión	69
2. Teoría de los indicadores	71
2.1. Qué es un Indicador	73
2.2. El origen de los Indicadores de Sostenibilidad	75
2.3. Utilidad de los Indicadores	75
2.4. Los Sistemas de Indicadores	77
2.5. Recomendaciones para Indicadores y Sistemas de Indicadores - TABLAS	79
2.6. Críticas y dificultades comunes	85
2.7. Sistemas de indicadores y herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios.	87
3. Criterios para el análisis de las herramientas existentes de evaluación de la sostenibilidad en la edificación	89
3.1. Modelización	91
3.1.1. Introducción	91
3.1.2. Subcriterios M1, M2, M3, SM4	92
3.1.3. Subcriterios SM1, SM2, SM3	93
3.1.3.1. Consumo de recursos (Materias primas, Combustible, Agua, Suelo)	94
3.1.3.2. Impacto ambiental	96
3.1.3.3. Calidad ambiental interior	96
3.1.3.4. Calidad del servicio	98
3.2. Representatividad de la valoración	100

3.2.1. Introducción	100
3.2.2. Subcriterio R1	101
3.2.3. Subcriterio R2	103
3.2.4. Subcriterio RS1	104
3.2.5. Subcriterio RS2	105
3.3. Viabilidad de Económica y de Uso	107
3.3.1. Introducción	107
3.3.2. Subcriterio V1	108
3.3.3. Subcriterio V2	110
3.3.4. Subcriterios V3, VS1	111
3.4. Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos	114
3.4.1. Subcriterio CS1	114
3.4.2. Subcriterio CS2	114
3.4.3. Subcriterio CS3	116
3.5. Capacidad de Guiar hacia la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio	118
3.5.1. Introducción	118
3.5.2. Subcriterios G1, G1.1, GS1, GS3	120
3.5.3. Subcriterio G2	121
3.5.4. Subcriterios G3, G3.1, G4	122
3.5.5 SubcriteriosG6, GS2	123
3.6. El modelo de edificio sostenible en el que se basa la herramienta tiene que cerrar el ciclo de los recursos materiales	124
3.6.1. Introducción	124
3.6.2. El cierre de los ciclos materiales	125
3.6.3. El cierre de los ciclos materiales en la edificación	126
3.6.4. Subcriterios CRS1, CRS2	127
3.7. Cuadro global de criterios y subcriterios para el análisis de las herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios	128
4. Análisis de los indicadores de las herramientas representativas según los Criterios elaborados -	131
4.1 Análisis de los indicadores de la herramienta CASBEE versión 1.0, 2003, según los subcriterios para INDICADORES – Matriz CASBEE – Observaciones generales	133
4.1.0 CASBEE Observaciones generales	136
4.1.1 CASBEE Modelización	137
4.1.2 CASBEE Representatividad de la Valoración	138
4.1.3 CASBEE Viabilidad	138
4.1.4 CASBEE Capacidad de Guiar	140
4.2 Análisis de los indicadores de la herramienta GBTOOL versión 1.80, 2002 según los subcriterios para INDICADORES – Matriz GBTOOL - Observaciones generales	142
4.2.0 GBTOOL Observaciones generales	147
4.2.1 GBTOOL Modelización	148
4.2.2 GBTOOL Representatividad de la Valoración	148
4.2.3 GBTOOL Viabilidad	149
4.2.4 GBTOOL Capacidad de Guiar	150
4.3 Análisis de los indicadores de la herramienta ITACA versión 1.0, 2004 según los subcriterios para INDICADORES – Matriz ITACA– Observaciones generales	152
4.3.0 ITACA Observaciones generales	153
4.3.1 ITACA Modelización	154
4.3.2 ITACA Representatividad de la Valoración	155
4.3.3 ITACA Viabilidad	155
4.3.4 ITACA Capacidad de Guiar	157
4.4 Análisis de los indicadores de la herramienta LEED, 2001 según los subcriterios para INDICADORES – Matriz LEED– Observaciones generales	159

4.4.0 LEED Observaciones generales	163
4.4.1 LEED Modelización	164
4.4.2 LEED Representatividad de la Valoración	164
4.4.3 LEED Viabilidad	165
4.4.4 LEED Capacidad de Guiar	166
5. Análisis de las herramientas representativas, según los Criterios elaborados, en su globalidad como sistemas	169
5.1. Análisis comparativo de la Modelización de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas	171
5.2. Análisis comparativo de la Representatividad de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas	180
5.3. Análisis comparativo de la Viabilidad económica y de uso de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas	184
5.4. Análisis comparativo de la Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas	187
5.5. Análisis comparativo de la Capacidad de Guía para la mejora de la calidad ambiental del edificio de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas	192
5.6. Comparación entre la definición de sostenibilidad ambiental implícita de los sistemas seleccionados y una visión de la sostenibilidad ambiental basada en el cierre de los ciclos de los recursos	193
5.7. Conclusiones generales sobre las herramientas CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED	208
5.7.1 CASBEE conclusiones generales	210
5.7.2 GBTOOL conclusiones generales	211
5.7.3 ITACA conclusiones generales	213
5.7.4 LEED conclusiones generales	213
6. Conclusiones y recomendaciones	215
6.1. Características encontradas en las herramientas analizadas no recomendables para el desarrollo de nuevas herramientas	217
6.1.1 Los edificios que obtienen la máxima evaluación no cierran el ciclo de los materiales.	217
6.1.2 Presencia de temas ajenos a la sostenibilidad que hacen que la calificación final sea ambigua	217
6.1.3 No diferenciar tipologías, uso, y realidad geográfica	218
6.1.4 Herramientas que no guían	219
6.1.5 Coste y complejidad excesivos para el uso de la herramienta	219
6.1.6 No se correlacionan ventajas ambientales y costes económicos en las decisiones	220
6.1.7 Redundancia de temas	220
6.1.8 Falta de información sobre buenas prácticas:	220
6.1.9 Falta de indicadores o prerrequisitos filtro	220
6.1.10 Falta de indicadores de compensación	221
6.1.11 Herramientas con una presentación grafica poco comprensible	221
6.1.12 Falta de la posibilidad de introducir escenarios nuevos:	221
6.2. Características encontradas en las herramientas analizadas recomendables para el desarrollo de nuevas herramientas	222
6.2.1 Realizan un cálculo cuantitativo de impactos	222
6.2.2 Diferencian tipologías, uso, y realidad geográfica	222
6.2.3 Usan la información de la documentación del proyecto	223
6.2.4 Actuación en fase de proyecto:	223
6.2.5 Facilidad de uso de la herramienta	223
6.2.6 Herramientas que actúan como guía para la mejora ambiental del	223

proyecto	
6.2.7 Complementariedad entre la evaluación de impactos cuantitativa y del <i>checklist</i>	224
6.2.8 Transparencia y transmisibilidad del marco <i>checklist</i>	224
6.2.9 Uso de la misma estructura para todos los indicadores	224
6.2.10 Representación gráfica clara	225
6.2.11 Promoción del uso de estas herramientas	225
6.3. Recomendaciones sobre la estructura de nuevas herramientas.	226
6.4. Propuesta de estructura para una nueva herramienta	229
6.5 Propuestas sobre nuevas líneas de investigación en continuidad con la presente tesis doctoral	232
Bibliografía y fuentes de conocimiento	233
Anexos	241
Anexo 1	242
Ponencia: Monterotti Chiara, Cuchí Albert, <i>Some observation about the efficiency of building sustainability assessment tools</i> , Congreso Portugal SB07 - Sustainable Construction, Materials and Practices, Lisboa 2007	
Anexo 2	249
Ponencia: Monterotti Chiara, Wadel Gerardo, Álvarez Ude Luís, <i>Conclusiones sobre lo que pueden aportar unas herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental ya existentes para un sello de calidad ambiental en la rehabilitación de los hoteles y viviendas para Playa de Palma</i> , Congreso SB10mad - Sustainable Building Conference Madrid 2010	
Anexo 3	262
Aplicaciones de los criterios elaborados para un sistema de indicadores de sostenibilidad a escala municipal (el sello Playa de Palma). Análisis de herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios	
- Análisis de los indicadores del Verde beta_6	
- Análisis de los indicadores del Verde actualizado a Junio 2009	
- Análisis de los indicadores de Leed 2009	
- Análisis de las herramientas VERDE beta_6, VERDE actualizado a Junio 2009 y LEED 2009 en su globalidad como sistemas	

Introducción

Gracias a una colaboración, en los años 2003 y 2005, entre la organización iISBE España-*International Initiative for a Sustainable Built Environment*, ahora GBCe-*Green Building Council* España, y el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Universitat Politècnica de Catalunya, para el proceso de realización de la herramienta de evaluación de la sostenibilidad de los edificios VERDE - de la cual GBCe es promotora - se tuvo la oportunidad de participar en la elaboración de un análisis crítico sobre los resultados hasta entonces obtenidos y de una serie de recomendaciones para el resto del proceso.

Esta colaboración, unida a un interés del Departamento en los varios medios de medición de la sostenibilidad, ofreció la oportunidad de conocer de cerca el debate sobre la realización de herramientas para la evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios (que esencialmente están constituidos por sistemas de indicadores), generando un interés siempre mayor que ha conducido a profundizar e investigar, generando una serie de conceptos, ideas, convicciones, que han evolucionado y tomado forma en esta tesis doctoral.

Hipótesis de partida

El análisis y crítica que esta tesis doctoral supone de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios, se apoya en los postulados que constituyen la base teórica del grupo de investigación dentro del cual se ha generado esta tesis, perteneciente al Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Universitat Politècnica de Catalunya. Postulados sobre los cuales esta investigación construye los criterios de análisis explicados en el capítulo 3 y aplicados a diferentes herramientas existentes, en los capítulos 4 y 5.

Estos asumen que el actual sistema técnico industrial – socialmente aceptado por su promesa de un progreso continuado- se basa en la sistemática utilización de materiales en ciclos abiertos, donde se enuncian y satisfacen las necesidades a cambio de residuos no aprovechables provenientes de las materias primas extraídas al medio usando combustibles fósiles y nucleares como fuentes de energía. Los problemas globales que el nuevo sistema técnico ha provocado – y que han desencadenado la demanda de sostenibilidad – proviene de estos ciclos materiales abiertos: tanto por la disminución de recursos como, y sobre todo, por los problemas ambientales ocasionados por los residuos que este bombeo vierte sobre la Biosfera y los sistemas naturales de soporte de la vida.

La base de nuestro sistema productivo -los combustibles fósiles y el acceso sistemático a los recursos minerales que el uso de estas fuentes de energía permite- nos parece hoy natural de tan extendida en todos los campos, pero ha sido producto de una transformación que ha alterado, en dos siglos, toda nuestra cultura, entendida como relación con el medio.

Aunque irremediamente se están produciendo cambios en la Biosfera, la supervivencia de nuestra especie humana depende de que su influencia futura no sea tan radical como para afectarla decisivamente¹.

¹ Existen ejemplos aceptados por la comunidad científica de incidencia grave del modelo industrial sobre el sistema global que sostiene la Biosfera: la alteración del clima por la emisión de gases de efecto invernadero, causada por la afectación humana del ciclo del carbono; la eutrofización de las aguas continentales, causada por la fijación extraordinaria de nitrógeno producido por la actividad humana; la erosión del suelo causada por la pérdida de materia orgánica, ocasionada por los malos usos de la agricultura industrial; la extinción masiva de especies y la

La demanda de sostenibilidad implica la progresiva transformación del sistema técnico hacia un sistema que no implique la generación y dispersión de residuos destructores del medio, sino hacia un sistema técnico que trabaje en ciclos cerrados, devolviendo a los residuos la calidad de recursos, y mejorando y potenciando la capacidad productiva del medio. La recuperación de la Biosfera como la gran 'máquina' capaz de cerrar ciclos materiales usando la energía solar, supone, junto al reciclaje de residuos dentro del ciclo técnico, la gran estrategia para conseguirlo.

La transformación del enunciado de las necesidades y de las formas de satisfacerlas para hacer posible y socialmente viable un sistema técnico compatible con esas condiciones, es el objetivo de la sostenibilidad. Enfrentarse a los retos urgentes –como el cambio climático- es una prioridad que debe plantearse en la transformación de los procesos técnicos necesarios para la satisfacción de las necesidades sociales.

En este cuadro, el sector de la edificación tiene la responsabilidad de enfrentarse a un reto de cambio hacia la sostenibilidad y, de forma inmediata, a su encaje en una economía baja en carbono: la misión de la edificación deberá ser crear y mantener la habitabilidad socialmente necesaria con la máxima eficiencia ambiental.

La habitabilidad -eso es, el establecimiento de las condiciones espaciales y ambientales precisas para acoger las actividades sociales- supone la utilidad que aporta la edificación, la demanda social que satisface. Desde esa utilidad, desde su satisfacción y su transformación sostenibilista, debe ser analizada la edificación².

Esta misión afecta a todas las actividades implicadas en la conformación de la habitabilidad, desde el uso de la energía para mantenerla en los edificios hasta las emisiones debidas a la fabricación de los materiales precisos para construirla, recordando que la eficiencia y el ahorro energético suponen la principal fuente de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Para conseguirlo, el sector de la edificación deberá ser capaz de articular nuevas estrategias para demandar y usar eficientemente los materiales requeridos para cubrir las necesidades sociales de cobijo.

El grupo de investigación sostiene que la demanda de sostenibilidad no es, como habitualmente se presenta, una exigencia adicional que pueda simplemente agregarse a la funcionalidad de los edificios a través de la aplicación de ciertas restricciones y de ciertas prestaciones que se tenga que presentar. Y sostiene que la sostenibilidad exige un cambio radical de nuestro sistema técnico que afecte sus mismas bases. Pero para realizar el cambio –y, sobre todo, construir valores diferentes que redefinan nuestras necesidades y la forma de satisfacerlas- se precisan procesos e instrumentos que ayuden ad avanzar en ese camino.

En este panorama, se reconoce que las herramientas para la evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios pueden y deben tener un rol importante, como

pérdida de biodiversidad, producida por la contaminación y la alteración de los hábitats generadas por la actividad humana, son ejemplos claros de esa incidencia transformadora.

² Para profundizar sobre la doble clave de la edificación sostenible - dotar de habitabilidad y cerrar los ciclos materiales en los procesos técnicos utilizados para obtenerla - se aconseja consultar el artículo "Habitabilidad, la otra clave de la edificación sostenible", Joaquim Arcas Abella, Anna Pagès Ramon, Marina Casals Tres. Arquitectura, energía y medio ambiente (AIEM), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Publicado en Sb10mad – Sustainable building conference. Madrid 2010.

apoyo para aumentar la eficiencia del empleo de recursos en la edificación y consecuentemente para fomentar una reducción de sus impactos y dirigir los actores de la construcción hacia la aplicación de nuevos modelos técnicos más en armonía con la Biosfera.

Las herramientas de valoración de la sostenibilidad de los edificios permiten hoy definir y mensurar la sostenibilidad como una calidad más de la edificación, dando la posibilidad conjuntamente de determinar las acciones para conseguir esta calidad en sus diferentes grados y ponderar los costes para obtenerla.

Unas herramientas que permiten definir esas calidades de sostenibilidad en la fase de proyecto de edificación (que constituye el objetivo de las herramientas analizadas en esta tesis) en tanto esa fase incluye el enunciado de las calidades del edificio (las calidades definidas por el promotor) así como la expresión implícita o explícita de las acciones y configuraciones destinadas a obtenerlos. La fase de obra, y el posterior uso y gestión, configurarán finalmente la expresión de esas calidades, pero nos interesa aquí justamente la crítica a las herramientas que evalúan su definición y la puesta en marcha de los recursos para lograrlas.

En ese sentido, se entiende que las herramientas de evaluación deben hacer posible:

- Definir cuáles son los objetivos de sostenibilidad -cuantitativos y cualitativos- a cumplir por el edificio.
- Conocer en qué aspectos del proyecto se debe actuar para lograrlos.
- Dar indicaciones sobre cómo conseguir tales objetivos.
- Ayudar expertos y no expertos a identificar de manera clara qué nivel de sostenibilidad ambiental tiene el edificio, promoviendo así en el mercado un mayor éxito de los edificios mejor calificados.

Se va a reconocer –no se va a discutir- el ámbito estricto de la evaluación que plantean las herramientas. Se reconoce su uso sobre los edificios, entendiendo que se aplican sobre los aspectos que están implicados en las decisiones de promoción y proyecto de edificación, sin considerar ámbitos externos (que, a veces, ellas mismas inopinadamente incluyen) como son la planificación previa, las condiciones sociales en las que se realiza la promoción y posterior construcción, o los objetivos de uso del edificio. La crítica a estas cuestiones se considera ajena a las intenciones de esta tesis y, excepto cuando sea obligado por los contenidos de las propias herramientas, no se introducirán en la discusión.

Resultados que se pretenden

A principio de esta primera década del siglo XXI, y siguiendo impulsos iniciados la década anterior, varios países han emprendido el reto de realizar su propio método de evaluación de la sostenibilidad de los edificios con diversas intenciones, pero principalmente con el objetivo de disminuir el impacto ambiental debido a la construcción y uso de los edificios. Ese reto ha encontrado una comunidad multinacional de técnicos implicados en su desarrollo. Existen foros nacionales e internacionales donde se debaten avances y propuestas sobre evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios, como:

- la asociación internacional sin ánimo de lucro WGBC – *World Green Building Council*, que tiene su origen en la asociación de los Estados Unidos USGBC – *United States Green Building Council*, autora de la herramienta de calificación ambiental de la construcción LEED – *Leadership in Energy and Environmental*

Design (mira apartados 1.7 y 4.4), cuyo objetivo declarado es contribuir a la transformación del mercado hacia una edificación más sostenible suportando los varios capítulos nacionales (entre miembros de pleno derecho, asociados, emergentes, se pueden contar 86 grupos nacionales distribuidos en los cinco continentes, integrados por miembros del mundo académico, administraciones públicas, empresarios y profesionales ligados a la construcción);

- la asociación internacional sin ánimo de lucro iISBE – *International initiative for Sustainable Built Environment* (mira párrafos 2.5.1 y 2.5.2), creada en 2004 a partir del grupo canadiense de expertos GBC - *Green Building Challenge*, que desarrolla la metodología y herramienta SBTool (antes GBTool, mira apartados 2.5 y 4.2) que se puede regionalizar por los Capítulos Nacionales y conocida fundamentalmente dentro del mundo académico. iISBE organiza las conferencias regionales e internacionales SB–*Sustainable Building* y promueve la investigación y la formación en el campo de la sostenibilidad en la edificación a través de sus comités y grupos de trabajo.

- La asociación internacional sin ánimos de lucro SB *Alliance*, legalmente establecida en 2009 por unos centros de excelencia relacionados con la construcción: BRE (Reino Unido, autores de la herramienta de certificación BREEAM), CSTB (Francia, autores de la herramienta de certificación de los edificios HQE), FCAV (Brasil), ITC CNR (Italia), QUALITEL (Francia) VTT (Finlandia). Su finalidad es establecer un procedimiento común de evaluación a partir de un acuerdo sobre unos “*core indicators*” o *indicadores básicos* (en la actualidad: energía primaria, agua, calidad del aire interior, confort térmico, emisiones de CO2, residuos. Ponen a disposición documentos que pueden consultarse en internet como *A framework for common metrics of building 2010* y *Rapport Piloting*). De la SB *Alliance* surgió ISA -*International Sustainability Alliance* que amplía los miembros asociados a todos los sectores de la construcción como inmobiliarias, promotores, profesionales, propietarios, y concreta los fines del consorcio en establecer un sistema de medida común para los indicadores básicos e implementar a nivel europeo el sistema de evaluación BREEAM

WGBC ha establecido una colaboración con SB *Alliance* y UNEP-SBCI (*United Nations Environment Programme – Sustainable Buildings and Climate Initiative*) para desarrollar un marco común para las herramientas de certificación ambiental de edificios.

En estos foros se trabaja paralelamente en el desarrollo y evolución del propio concepto de sostenibilidad, y se puede constatar que los técnicos encargados de realizar estas herramientas a menudo no tienen a su disposición abundantes orientaciones teóricas, criterios o normas que les guíen en este proceso. Consecuentemente, en las herramientas existentes se pueden encontrar aportaciones basadas en planteamientos discutibles, contradicciones, problemas no resueltos, etc.

El debate sobre la sostenibilidad no se produce en el campo específico de la edificación, sino en el de la economía y otras ciencias sociales. Su transposición a la edificación exige un entramado teórico capaz de trasladar demandas enunciadas en campos ajenos - y, a menudo, muy alejados de la edificación- hacia el campo de los conocimientos, habilidades y procesos que permiten desarrollar y enunciar un proyecto de edificación.

Pero además de la confusión que frecuentemente se produce en esa transposición -y que se refleja en el enunciado de calidades que influyen sobre la sostenibilidad de la edificación y en

su jerarquización- la complejidad de las evaluaciones necesarias para llevarla a cabo es muy grande y, la mayoría de las veces, supone cuantificaciones inhabituales para los procesos implicados en el proyecto de una edificación, y deben realizarse usando algoritmos y datos que no están disponibles habitualmente. Superar esas dificultades conlleva, en muchos casos, simplificaciones indebidas o herramientas de una complejidad de uso increíble.

Desviación del objetivo de sostenibilidad que pretende la herramienta respecto a la exigencia de sostenibilidad que afecta a la edificación, y eficiencia en la forma de evaluarla mediante mecanismos que aseguren su viabilidad y un coste asumible, son los principales problemas que se plantean. Pero la interpretación de esas herramientas como guías en la configuración de un necesario cambio de paradigma en el sector también genera nuevos problemas que debe asumir su evolución.

Con esta tesis doctoral se pretende realizar un análisis sistemático de los problemas de estas herramientas y, como conclusión de ese análisis, elaborar unos conceptos guía, como apoyo a su proceso de elaboración, conceptos que ha sido posible contrastar con la realidad gracias a la colaboración con GBCe España en la ideación de VERDE, y testados en la elaboración de esa herramienta y, más concretamente, en su versión para elaborar el Sello Playa de Palma (PdP).

Objetivos del análisis y de la propuesta

El análisis sistémico que se realiza sobre una selección de herramientas existentes para elaborar unos conceptos guías universales como apoyo al proceso de elaboración de cualquier herramienta de este tipo, está vertebrado en dos partes:

a. La primera parte se ocupa de descubrir sobre qué ideas de sostenibilidad se apoyan las herramientas ya existentes y compararlas con la necesaria condición del cierre de ciclos de los materiales usados en los procesos técnicos para obtener la habitabilidad necesaria. En definitiva, con qué eficacia se orientan hacia la sostenibilidad.

Detrás de cada herramienta se encuentra implícita una definición de sostenibilidad aplicada a la edificación. Una definición que puede ser explicitada mediante el adecuado análisis de cada herramienta en función de los aspectos del edificio que merecen su atención, cómo los parametriza, y la dirección hacia la que apuntan los valores que promueve.

La intención es conocer la diversidad de propuestas de sostenibilidad aplicada a la edificación, sus coincidencias y diferencias, y discutir las enfrentándolas a la condición necesaria de sostenibilidad que implica el concepto de cierre de ciclos materiales en la satisfacción de las necesidades humanas.

b. En la segunda parte se quiere descubrir con qué eficiencia estas herramientas dirigen a sus usuarios hacia un comportamiento sostenibilista; cómo garantizan la viabilidad del edificio y como contribuyen a orientar a los agentes hacia su mejora.

En esta investigación se afirma que para que una herramienta sea eficiente tiene que poseer unas características aquí agrupadas en cinco ámbitos con objetivos afines, explicados extensamente en el capítulo 3 y denominados Criterios. Estos cinco Criterios, elaborados en base a la investigación realizada para la herramienta VERDE, la literatura sobre Teoría de los Sistemas de Indicadores y el estudio de las herramientas existentes, son:

1. Modelización

2. Representatividad de la Valoración
3. Viabilidad Económica y de Uso
4. Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos
5. Capacidad de Guiar hacia la mejora de la calidad ambiental del edificio

1. El criterio Modelización representa la exigencia de que la herramienta incluya todos los temas determinantes para la sostenibilidad de un edificio, para que sea capaz de delinear un modelo realista de este, pero con el mínimo número de indicadores necesarios, para que resulte más ágil de utilizar.

Se pueden encontrar varios documentos con una temática afín al concepto de Modelización, de los cuales citamos algunos a continuación:

a. “*Selecting aspects and indicators in environmental assessment methods for buildings*” T. Malmqvist & M Glaumann, *Division of Environmental Strategies Research – fms, Department of Urban Studies, KTH (Royal Institute of Technology), Stockholm, Sweden*. Publicado en Portugal SB07 – Sustainable Construction – Materials and Practices. 2007

b. “Certificación de Calidad Ambiental en Interiores: un factor clave en los edificios sostenibles”, Paulino Pastor Pérez – Ambisalud. Publicado en Sb10mad – *Sustainable Building conference*. Madrid 2010. Este artículo, contrariamente a cuanto se afirma en esta investigación (apartado 3.1), apoya la inclusión de la evaluación de la calidad ambiental interior de los edificios en las herramientas objeto de análisis en esta tesis.

c. “Una aproximación a la evaluación de la eco-eficiencia en edificios. Herramientas básicas”. Carmen Llatas Oliver, Antonio García Martínez, Alessandro Roveri, Ricardo Huete Fuerte. Publicado en Sb10mad – *sustainable building conference*. Madrid 2010. Este artículo, contrariamente a cuanto afirmado en el apartado 3.1 de esta investigación, apoya la inclusión de temas sociales en las herramientas de evaluación ambiental de los edificios.

2. El criterio Representatividad de la Valoración incluye las características que tiene que tener una herramienta para poder ofrecer una valoración correcta, representativa del nivel de sostenibilidad del edificio evaluado. La principal función de estas herramientas es ubicar los edificios dentro de un ranking de sostenibilidad que ellas mismas determinan. Cuando se certifica un edificio el hecho de obtener una puntuación mayor tiene que coincidir proporcionalmente con una mejor *performance* sostenibilista, circunstancia que no siempre se verifica.
3. El criterio Viabilidad de uso requiere que estas herramientas, con el objetivo de que tengan difusión y buena acogida, resulten accesibles económicamente y su uso fácilmente comprensible.
4. El criterio Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos requiere que estructura y contenido de la herramienta resulten ajustados a:
 - a) el nivel de conocimiento del usuario;
 - b) las características locales a tener en cuenta en el proyecto de un edificio en cuya construcción y uso se quiere limitar el desgaste de recursos materiales, como la realidad

climática, geográfica, cultural, social y tecnológica propia del contexto donde esté situado el edificio;

c) los objetivos declarados por la herramienta y de sostenibilidad.

5. El criterio Capacidad de Guiar hacia la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio hace hincapié en el potencial de estas herramientas como soporte y ayuda para el desarrollo de un proyecto más enfocado en la sostenibilidad ambiental, por su capacidad de detectar en qué aspectos del proyecto se debe actuar, ofrecer referentes cuantitativos y cualitativos a cumplir, ofrecer acciones correctivas, ofrecer buenas prácticas como ejemplo, etc.

Se están produciendo varios estudios sobre la capacidad de guiar de una herramienta y el rol del evaluador como profesional que conduce hacia la mejora de la *performance* ambiental de un proyecto o edificio, como por ejemplo:

- a. “*Assisting the commissioning of the low-energy building design: from a methodology to a dynamic tool*”, N. Hannachi-Belkadi, M.Jandon, F. Guéna, Y Diab, Department ESE, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), France. Publicado en Portugal SB07 – Sustainable Construction – Materials and Practices. 2007....
- b. The Role of the Valuer: from Reflector to Influencer, Sarah Sayce, Kingston University, Member of RICS (...) UK Valuation Professional Group Board.
- c. SB11 *Special Forum 6: Valuing sustainability* – dentro del congreso SB11 – *Sustainable Building Helsinki*, es un debate entre entidades que se dedican a la evaluación de los bienes inmobiliarios (RICS; Caisse des Dépôts), donde se realiza un llamamiento a incorporar valores éticos que tengan en cuenta el medio ambiente para realizar valoraciones de inmuebles.

Contenido de la investigación

Esta tesis, realizada dentro del grupo de investigación del Departamento de Construcción 1 de la *Universitat Politècnica de Catalunya*, originada por el interés de las posibilidades existentes de poder medir la sostenibilidad ambiental en la edificación, ha empezado profundizando sobre cuales posibilidades de medición de la sostenibilidad en la edificación existen, y, escogidas las herramientas que se encontraban más adecuadas a las finalidades de la investigación, se ha profundizado en su conocimiento en el Capítulo 1. Siendo estas herramientas constituidas por sistemas de indicadores, se ha buscado información sobre Teoría de los Sistemas de Indicadores en el Capítulo 2.

Esta información se ha intentado traducir y adaptar para ofrecer un marco teórico general a las herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental de la construcción, dando forma a los Criterios y Subcriterios del Capítulo 3. Estos Criterios se han aplicado para realizar un análisis en detalle de cada herramienta en el Capítulo 4 y en su globalidad en el Capítulo 5.

Gracias a este recorrido se ha podido madurar una opinión sobre las posibilidades de estas herramientas en contribuir a conducir el sector de la edificación hacia prácticas que cierren los ciclos materiales, opinión que toma forma en el Capítulo 6, conjuntamente a unas propuestas.

Se introduce el contenido de cada capítulo de manera más específica:

Capítulo 1. Estado del arte sobre la evaluación de la sostenibilidad de la construcción: En la primera parte de este capítulo se realiza una breve introducción sobre el estado del arte de leyes y normativas para fomentar y medir la sostenibilidad en la construcción, que suponen el background sobre el que se desarrollan las herramientas de evaluación de la sostenibilidad. En la segunda parte del capítulo se justifica la selección y se analizan en profundidad las herramientas para la evaluación de la sostenibilidad en edificación CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED, de ya extendida aplicación.

Capítulo 2. Teoría de los indicadores: Las herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios están constituidas por sistemas de indicadores, por lo que es necesario para los objetivos de la investigación establecer claramente qué tipo de herramienta suponen estos sistemas, que ámbitos de utilización tienen, y que requisitos demandan. Se realiza una investigación sobre el estado del arte de la teoría de indicadores y sistemas de indicadores, cuyos resultados se han utilizado como base para elaborar los criterios presentados en el Capítulo 3.

Capítulo 3. Criterios para el análisis de las herramientas existentes de evaluación de la sostenibilidad en la edificación: En este capítulo se definen cinco criterios sobre la eficiencia de la herramienta, más el criterio sobre el concepto de sostenibilidad que estas sostienen.

Capítulo 4. Análisis de los indicadores de las herramientas representativas según los Criterios elaborados: Se analizan los indicadores de las herramientas CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED en base a los criterios del capítulo 3, con la intención de averiguar su capacidad para detectar puntos fuertes y débiles en los indicadores de esas herramientas.

Capítulo 5. Análisis de las herramientas representativas, según los Criterios elaborados, en su globalidad como sistemas: Se analizan las herramientas CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED en base a los criterios del Capítulo 3, en su globalidad como sistemas, con la intención de averiguar su capacidad para detectar puntos fuertes y débiles en los sistemas que suponen esas herramientas.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones: Este capítulo recoge las conclusiones de la investigación, de las que se derivan unas recomendaciones destinadas a los técnicos encargados de elaborar las herramientas.

Bibliografía: en la bibliografía se puede encontrar información sobre la base documental utilizada para realizar este trabajo de investigación.

Anexos – En los anexos se encuentran dos artículos realizados por la misma autora de esta tesis doctoral y con contenido afín, presentados respectivamente en los congresos:

- a. Portugal SB07 - *Sustainable Building Conference - Sustainable Construction, Materials and Practices*, Lisboa 2007
- b. Congreso SB10mad - *Sustainable Building Conference - Edificación sostenible, Revitalización y Rehabilitación de barrios*. Madrid 2010

Además se pueden encontrar un documento donde la investigación de esta tesis doctoral fue utilizada para realizar un estudio en apoyo de la elaboración de una herramienta de evaluación de la sostenibilidad ambiental de la edificación a escala municipal (el sello Playa de Palma) dentro del Programa de Rehabilitación Sostenible de edificación en Playa de Palma.

1. Estado del arte sobre la evaluación de la sostenibilidad de la construcción

1. Estado del arte sobre la evaluación de la sostenibilidad de la construcción

En la primera parte de este capítulo se estudia el estado del arte de las estrategias existentes para impulsar la sostenibilidad ambiental, con la finalidad de conocer el contexto en el cual se ubican las herramientas para la evaluación de la sostenibilidad en edificación entre normativas, previsiones de impactos, sistemas de gestión ambiental, sellos, estándares, certificaciones, etc.. Esta investigación no pretende ser exhaustiva, mas reconocer grosso modo que estrategias de regulación ambiental pueden encontrarse.

Se puede observar que las varias estrategias difieren en el objeto de estudio y en la fase de actuación. Las normativas intentan regular la producción de impactos poniendo restricciones respecto unos determinados parámetros ambientales (como agua, energía, materiales, residuos, etc). Estas normativas representan las mínimas exigencias requeridas (*Benchmarks*) en las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios.

Los sistemas de gestión ambiental como EMAS e ISO intentan regular la gestión de empresas, instituciones, etc...apoyándose en normativas existentes, sin pero influir en el valor ambiental de lo que produce la empresa.

El Análisis de Ciclo de Vida – ACV y la Declaración Ambiental de Producto DAP cuantifican el impacto potencial de un producto a través de indicadores sobre uso de recursos (como energía, materias primas, agua) y emisiones ambientales (al aire, agua y suelo), a lo largo de todo el ciclo de vida. La etiqueta da información sobre valores absolutos de impactos sin calificarlos.

Las herramientas de evaluación ambiental de los edificios, objeto de esta tesis, asignan una “nota” o calificación, al comportamiento ambiental de los edificios según un rango de valoración incluido entre un mínimo y un máximo. El cálculo se realiza en relación al grado de cumplimiento de una serie de criterios. Tales calificaciones no siempre están acompañadas de cálculos sobre los impactos producidos potencialmente por el edificio en estudio.

Sistemas de etiquetados de productos, como la etiqueta ecológica de la UE Ecolabel ayuda a identificar productos y servicios que tienen un impacto reducido sobre el medio ambiente durante todo su ciclo de vida. Este etiquetado está acompañado por alguna información sobre las principales características ecológicas del producto.

Existen estándares como el suizo Minergie o el alemán Passivhaus, que certifican una climatización de la vivienda con eficiencia muy alta. Se concede solo si se superan unas condiciones muy estrictas de gasto energético.

En la segunda parte del capítulo se intenta profundizar el conocimiento de las cuatro herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios, CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED, (por afinidad con la herramienta VERDE o por difusión) escogidas para llevar adelante las hipótesis de partida de esta tesis.

1.1. Normativas de la administración pública

En este apartado se estudian unas normativas emitidas por la administración pública de la Unión Europea, España y Catalunya (ámbitos territoriales donde se mueve el grupo de investigación), para regular, restringir, el uso de los recursos ambientales en el ámbito de la edificación, que tienen interés respecto los objetivos de esta tesis doctoral. Las normativas definen unas calidades ambientales mínimas que los edificios tendrían que poseer y que las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios asumen como Benchmarks o puntuaciones mínimas en sus calificaciones.

1.1.1 Unión Europea



Unión Europea

- Agua

La Directiva marco sobre el agua de la Unión Europea (DMA) del año 2000 introduce un nuevo enfoque legislativo con respecto a la gestión y la protección de las aguas europeas, sometidas a una fuerte presión. Cifras recientes demuestran que el 20% de las aguas superficiales corren un riesgo grave de contaminación, el 60% de las ciudades europeas sobreexplotan sus recursos de agua subterránea y el 50% de los humedales están en peligro y la demanda de agua no cesa de aumentar. El nuevo enfoque legislativo se las cuencas hidrográficas, formaciones geográficas e hidrológicas naturales y no en las fronteras nacionales o políticas. Además, exige la coordinación de distintas políticas de la UE y establece un calendario de actuaciones preciso, fijando 2015 como fecha objetivo para que todas las aguas de la UE se encuentren en buen estado. La DMA además exige que el precio final del agua refleje todos sus costes, considerando que ahora refleja solo una tercera parte de sus costes reales.

- Energía

La Unión Europea ha aprobado el 19 de Marzo del 2010 la Directiva 2010/31/UE (directiva EPBD), del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición) que tiene objetivos muy ambiciosos estableciendo que:

- a partir del 31 de diciembre de 2020 todos los edificios de nueva construcción sean edificios de consumo de energía casi nulo (Nearly Zero Energy Building, NZEB),
- adelanta esta obligación a 31 de diciembre de 2018 a todos los edificios ocupados por las administraciones y de titularidad pública.

El texto aprobado define estos edificios como construcciones que tengan un consumo energético neto cero es decir, que produzcan tanta energía como consumen: “edificios en los que, como resultado del alto nivel de eficiencia energética, el consumo anual de energía es igual o menor que la producción energética procedente de fuentes renovables situadas en la propia edificación”.

- Residuos

La Directiva marco 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos (Directiva marco de residuos europea), establece el marco jurídico de la Unión Europea para la gestión de los residuos, haciendo especial hincapié en la prevención.

La directiva establece que, con el fin de proteger mejor el medio ambiente, los Estados miembros deberán adoptar medidas para tratar los residuos de conformidad con la siguiente jerarquía de prioridades:

- Prevención;
- preparación para la reutilización;
- reciclado
- otro tipo de valorización, por ejemplo, la valorización energética;
- eliminación.

Los Estados miembros podrán poner en marcha medidas legislativas destinadas a reforzar esta jerarquía en el tratamiento de los residuos. En todo caso, deberán garantizar que la gestión de los residuos no ponga en peligro la salud humana ni perjudique el medio ambiente

- Comité Europeo de Normalización - CEN

El Comité Europeo de Normalización CEN, organización internacional sin ánimo de lucro que proporciona una plataforma (donde participan expertos técnicos de la industria, asociaciones, administraciones públicas, instituciones académicas y organizaciones sociales) para el desarrollo de normas europeas (ENs) y otros documentos de consenso, ha producido una serie de normativas sobre edificación sostenible que se nombran a continuación

- *prEN 15643-1. Sustainability of construction Works – Integrated Assessment of building performance. Part 1: General Framework*

- *prEN 15643-2. Sustainability of construction Works – Integrated Assessment of building performance. Part 2: Framework for the assessment of environmental performance*

- *prEN 15643-3. Sustainability of construction Works – Integrated Assessment of building performance. Part 3: Framework for the assessment of social performance*

- *prEN 15643-4. Sustainability of construction Works – Integrated Assessment of building performance. Part 4: Framework for the assessment of economic performance*

- *prEN 15804. Sustainability of construction Works – Environmental product declaration. Product Category Rules.*

- *prEN 15978. Sustainability of construction Works – Assessment of environmental performance of building. Calculation methods.*

1.1.2. España

- Energía

- El Código Técnico de Edificación Español - CTE - incluye un capítulo sobre ahorro energético (Documento Básico HE, Ahorro de Energía) y un software (HE - PROGRAMA LIDER, mira párrafo 1.6.1.) para realizar una estimación del consumo energético en fase de uso del edificio:



Según estudios realizados por entidades públicas y privadas, la aplicación de la normativa sobre ahorro de energía del código técnico ha supuesto un ahorro de la demanda energética del 25%.

- El Real decreto español sobre eficiencia energética de los edificios (Real Decreto 47/2007): a partir del 31 de octubre del 2007 hace obligatoria la certificación energética para los edificios nuevos, a realizar con el software CALENER (mira párrafo 1.6.2) que valora los consumos energéticos comparándolos con los de otro edificio de referencia que respecta estrictamente la normativa sin tampoco superar las prestaciones requeridas.

Actualmente se está trabajando en su deroga por sustituirlo con un nuevo Real Decreto sobre eficiencia energética que establezca la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios (nuevos y existentes) un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre sus características energéticas, que podrán compararse entre ellos, con el objetivo de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.



- Residuos

- El documento HS2 del Código técnico se ocupa de los residuos domésticos,
- así como la Ley 22/2011, de 28 de Julio, de residuos y suelos contaminados - trasposición de la Directiva marco de residuos europea del 2008 (mira párrafo 1.1.1) - que presenta los siguientes objetivos en el ámbito de la edificación:

a) Antes de 2020, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso.

b) Antes de 2020, la cantidad de residuos no peligrosos de construcción y demolición destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, con exclusión de los materiales en estado natural definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos.

- Materiales de construcción

- Aunque actualmente no se ha publicado ninguna normativa que se ocupe de forma específica y detallada del impacto ambiental de los materiales de construcción, existen estudios realizados por instituciones públicas y privadas que contemplan esta temática, como los documentos:

- *Cambio global España 2020/2050 – Sector Edificación*, que caracteriza y evalúa el sector de la edificación a través de una serie de impactos ambientales ofreciendo así la posibilidad de realizar su diagnóstico, seguimiento i propuesta de mejora.

- *Una visión-País para el sector de la edificación en España – Hoja de Ruta para un nuevo sector de la vivienda*, que presenta la metodología, estructura e inversiones necesarias para establecer un Plan de Acción que reformule el sector de la edificación en España en base a la rehabilitación del parque de viviendas, con la consiguiente reactivación económica, creación de puestos de trabajo y reducción del consumo energético y la emisión de GEI para el país.



1.1.3. Catalunya

El *Decret de Ecoeficiencia* (16.2.2006), emitido por la Generalitat de Catalunya, regula de forma general la sostenibilidad en la edificación. Incorpora parámetros ambientales y de ecoeficiencia en los edificios en relación a 4 ámbitos:

- agua, (economizadores de agua, inodoros con mecanismos de doble descarga, mecanismos temporizadores en edificios de uso colectivo).
- energía, (aislamiento térmico, transmitancia térmica de aberturas y envolvente, uso de paneles solares para la producción de agua caliente sanitaria).
- materiales y sistemas constructivos, (fachada ventilada, cubierta ajardinada, utilización de sistemas industrializados, radiación solar, reducción de la transmitancia térmica, reaprovechamiento de aguas grises y pluviales, uso de materiales de construcción obtenidos con el reciclaje de residuos, reutilización de residuos de demolición, ventilación cruzada, uso de energías renovables para calefacción y/o refrigeración, adopción de los detectores de presencia para la iluminación, aislamiento acústico de aberturas exteriores, aislamiento acústico de particiones horizontales).

En el apartado 6.2 del Decreto se puede leer que "Al menos una familia de productos de los utilizados en la construcción del edificio, entendiendo como familia el conjunto de productos destinados a un mismo uso, tendrá que disponer de un Distintivo de garantía de calidad ambiental de la Generalitat de Catalunya, Etiqueta ecológica de la Unión Europea, marca AENOR Medio Ambiente, o cualquier otra etiqueta ecológica tipo I, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14.024/2001 o tipo III, de acuerdo con la norma UNE 150.025/2005 IN". Para profundizar sobre etiquetas de tipo I o III se puede consultar el apartado 1.4, contenido en este mismo capítulo.

Esta normativa, que introduce unas mejoras ambientales que superan ligeramente las exigencias de las normativas, todavía no ha sido revisada en el momento de redacción de esta investigación.

- residuos (prever un espacio para el reciclaje de residuos domésticos, incorporar al proyecto ejecutivo un plan de gestión de residuos de la construcción).

Para obtener la licencia de obras es obligatorio justificar, en el proyecto básico, las disposiciones adoptadas para cumplir con los parámetros de ecoeficiencia. En el proyecto ejecutivo, a estas se añadirá una memoria justificativa de su cumplimiento y un plan de gestión de residuos de la construcción. Esta documentación formará parte del libro del edificio.

1.1.4 Diputació de Barcelona

La Diputació de Barcelona ha emitido la Ordenança Municipal sobre Estalvi d'Aigua (Diciembre del 2005, grupo de trabajo *Nova Cultura de l'aigua; Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la sostenibilitat*), cuyo objetivo es "regular la incorporación y la utilización de sistemas de ahorro de agua; como adecuar la calidad del agua a su uso en edificios; otras construcciones y actividades, determinar en qué casos y circunstancias será obligatoria".

Incluye sistemas y medidas de ahorro del agua como:

- Contadores individuales

- Mecanismos de ahorro de consumo (reguladores de presión de entrada del agua, economizadores de agua, wáteres con mecanismos de doble descarga, mecanismos temporizadores en edificios de uso colectivo), mecanismos para procesos de limpieza de coches, lavanderías, etc.
- Sistemas de reutilización de aguas grises,
- Aprovechamiento del agua de lluvia,
- Sistemas de reutilización de aguas sobrantes de las piscinas,
- Sistemas de ahorro en jardines,
- Depósitos de regulación,
- Sistemas de refrigeración con circuito cerrado de agua,
- Impacto visual,
- Señalización,

Se establecen reglas de utilización y mantenimiento, de inspección y control. Ofrecen descripciones de las tecnologías disponibles.

1.2. Sistemas de previsión de impacto

Los dos sistemas de previsión de impacto explicados a continuación, tienen como objetivos estimar los posibles impactos provocados por grandes obras o proyectos el primero – la evaluación de impacto ambiental EIA – y de productos el segundo – el Análisis de Ciclo de Vida.

1.2.1. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)³.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento técnico-administrativo para realizar una valoración de los impactos que se producen sobre el medioambiente por un determinado proyecto. Se realiza normalmente para grandes obras y consiste en un método para evaluar y presentar el potencial impacto medioambiental producido por una determinada actuación o proyecto con anterioridad a que los efectos medioambientales derivados de aquellos impactos lleguen a producirse, y con el fin último de facilitar la toma de decisiones durante el proceso de planificación y/o diseño.

El objetivo es valorar adecuadamente las acciones sobre el entorno de forma que puedan encuadrarse dentro del proceso de toma de decisiones y poder decidir si la realización de un proyecto determinado es o no aceptable desde el punto de vista ambiental. La metodología del proceso EIA cuenta con las fases de diagnóstico, generación de objetivos, generación de alternativas, evaluación de alternativas y selección de una de ellas para pasar a la fase siguiente. En esta, en la práctica, el promotor presenta una memoria resumen, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continúa con la realización del EsIA (estudio de Impacto Ambiental) a cargo del promotor y su presentación al

³Para profundizar en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (AIE), se puede consultar el artículo: "Sistema de evaluación de impacto ambiental", Vicente Cruz Mínguez, Enrique Gallego Martín, Luis González de Paula, Universidad Complutense de Madrid. <http://eprints.ucm.es/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>

órgano sustantivo. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del Órgano Ambiental.

Según Vicente Cruz Mínguez, Enrique Gallego Martín, Luis González de Paula, de la Universidad Complutense de Madrid: “El fin de una evaluación de impacto ambiental es identificar, predecir, valorar, prevenir o corregir y comunicar los efectos y los impactos ambientales producidos por una obra, discriminando entre las distintas alternativas. La selección de los factores ambientales y de las acciones de la obra conducen a identificar los posibles impactos ambientales y para evaluar estos se tienen los indicadores. (...) Se clasifican los impactos en tres grandes bloques: los que derivan de la extracción de recursos naturales y materia primas, los que se producen por ocupación y transformación del espacio, y los que resultan de la emisión de efluentes. A éstos se añaden los denominados impactos de la pasividad, consecuencia del abandono de actividades tradicionales por parte del hombre o del a no intervención, y los impactos positivos producidos cuando la acción humana se integra cuidadosamente el medio.”

1.2.2. El Análisis de Ciclo de Vida

El análisis del ciclo de vida - ACV, en ingles Life Cycle Assessment - LCA, es una metodología empleada en el estudio del *ciclo de vida de un producto y de su proceso de producción*. El referente normativo internacional es la norma ISO 14040. Se usa para evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos (como energía, materias primas, agua) y emisiones ambientales (al aire, agua y suelo) asociados con el sistema que se está evaluando. El Análisis del ciclo de vida de un producto típico tiene en cuenta la extracción y transformación de las materias primas para obtener el producto, fabricación, transporte, distribución, uso - incluyendo envase - reutilización, reciclado, y eliminación final.

De este modo se pueden comparar los impactos medioambientales de diferentes materiales (por ejemplo PVC, PET y cristal) o de diferentes sistemas (por ej. embalajes de un solo uso o reutilizables), utilizados con un mismo propósito (por ejemplo embotellado de agua mineral), facilitando su comparación. El ACV cuantifica las emisiones, pero el impacto real de esas emisiones depende de cuándo, dónde y cómo se liberen en el ambiente.

The logo for SimaPro, featuring the text "SimaPro" in white on a blue rectangular background.The logo for TCQ 2000, featuring the text "TCQ 2000" in black on a yellow rectangular background.

Existen software, como SimaPro, que permiten analizar y monitorear la performance ambiental de productos y servicios, incluidos materiales de construcción, según la metodología ACV, siguiendo las recomendaciones de la ISO 14040.

El software TCQ 2000 del ITEC (Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya), pensado para proyectos y obras de construcción, da información sobre la generación de residuos y coste energético de los materiales, aparte de definir numéricamente los parámetros tiempo, coste y calidad.

1.3 Sistemas de Gestión Ambiental



Los sistemas de Gestión Ambiental ayudan a controlar en el tiempo el conseguimiento de los objetivos medioambientales que una misma organización se pone a nivel de gestión, sin influir pero en lo que la empresa produce (pueden obtener el sello empresas con producciones muy contaminantes que pero cumplen con los objetivos de gestión energética y de residuos).

Las acciones correctivas se extraen de otras leyes y normativas relativas a los impactos que la organización podría generar.

1.3.1. Sistemas de gestión ambiental ISO 14001 y EMAS

El sistema de gestión medioambiental EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme* - Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría), ha sido introducido en 1993 por la Comunidad Europea, es válido solo en el territorio de la Comunidad Europea y es un sistema voluntario. El sistema de gestión medioambiental internacional EN ISO 14001 (*International Standardisation Institute*) ha sido publicado en 1996 y es válido en todo el Mundo. Estos dos sistemas de gestión ambiental (que se explican conjuntamente por resultar muy similares en el contenido) tienen como función la evaluación, documentación y mejora continua de las medidas medioambientales escogidas por las propias empresas y organizaciones. Son métodos de gestión y control. Ayudan a controlar en el tiempo el conseguimiento de los objetivos medioambientales que la misma organización se pone.

Las acciones correctivas se extraen de leyes y normativas relativas a los impactos que la organización podría generar.

La ambición de los objetivos está decidida por la misma organización en proceso de certificación, una crítica es que podría verificarse que no se tengan en cuenta factores que provocan alto impacto ambiental.

Las certificaciones ISO 14001 y EMAS garantizan que la organización tiene un seguimiento ordenado de su comportamiento ambiental en el tiempo y unos objetivos, y una política ambiental que se apoya en la legislación ambiental. Pero no se especifica que aspectos de la organización estén incluidos en su política ambiental y no se especifica la ambición de estos objetivos.

1.4 Etiquetas más importantes de tipo I, II y III en el sector de la construcción del ámbito español



Las etiquetas de tipo I (también conocidas como ecoetiquetas) son sistemas voluntarios de calificación ambiental que identifican y certifican de forma oficial que ciertos productos o servicios tienen una menor afección sobre el Medio Ambiente. La normativa ISO aplicable para este tipo de etiquetas es la ISO 14024. Básicamente, una ecoetiqueta es una etiqueta que identifica las preferencias globales de un producto dentro de una categoría de productos en base a consideraciones del ciclo de vida. De esta manera se reconocen las principales características medioambientales del producto de manera más sencilla que la cuantificación medioambiental de datos. Las ecoetiquetas son otorgadas por una tercera parte imparcial, que ejerce como entidad certificadora.

Las etiquetas de tipo II, o Autodeclaraciones Ambientales, consisten en autodeclaraciones informativas, realizadas por el propio fabricante, de aspectos ambientales de productos para considerarlos como productos ecológicos. No están sometidas a la verificación por una tercera parte u organismo reconocido.

Las etiquetas de tipo III se definen como un inventario de “datos medioambientales cuantificados de un producto con unas categorías de parámetros prefijadas, basados en la serie de normas ISO 14040, referentes a análisis de ciclo de vida. Ello no excluye información medioambiental adicional suministrada dentro de un programa de declaración medioambiental de tipo III”. Se trata de información ambiental cuantitativa basada en diferentes estándares y de manera comprensiva. Los requerimientos específicos de este tipo de etiquetas se recogen en la normativa ISO 14025.

1.4.1 Etiqueta Ecológica de la Unión Europea ECOLABEL



La Unión Europea creó, en el año 1992, el sistema voluntario de la Etiqueta ecológica. Inicialmente, su ámbito de aplicación se limitaba a los productos. A partir del mes de septiembre del 2000, este mecanismo comunitario se amplía a los servicios.

La etiqueta ecológica de la UE Ecolabel ayuda a identificar productos y servicios que tienen un impacto reducido sobre el medio ambiente durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta la producción, uso y eliminación. Los criterios se han desarrollado y acordado dentro del Comité de etiqueta ecológica de la Unión Europea (CEEUE) compuesto por científicos, ONG, asociaciones de consumidores y empresarios, de sindicatos, de PYME y distribuidores. Desde sus materias primas hasta la fabricación, envasado, distribución y eliminación, los productos con etiqueta Ecolabel son evaluados por expertos independientes para cumplir con los criterios que reducen los efectos que un producto tiene sobre el medio ambiente. Los criterios ecológicos se determinan en relación con productos (salvo

alimentos, bebidas y medicamentos) y servicios de consumo corriente (como hostelería) Es una herramienta voluntaria. Tiene difusión europea y está reconocida internacionalmente.

Todos los productos llevan el mismo logotipo independientemente de dónde proceden y de lo que sean. El logotipo incluye información sobre las principales características ecológicas del producto. Desde su creación, se ha concedido la etiqueta a más de 300 productos de consumo habitual como productos textiles, pinturas, enmiendas del suelo, frigoríficos, etc.

Sus principios declarados son:

- “- El cumplimiento de los requisitos legales ambientales o de otro tipo, nacionales o comunitarios, aplicables a las distintas fases del ciclo de vida de los productos y, de los servicios.
- La determinación de los efectos ambientales mediante el examen durante el ciclo de vida del producto o del servicio, y de sus interacciones con el medio ambiente, incluido el uso de energía y de recursos naturales.
- La coordinación con otros sistemas de etiquetado o de certificación de la calidad y, en particular, con el sistema de etiquetado energético y el sistema de agricultura ecológica.”

1.4.2. Marca AENOR Medio Ambiente



Es una marca de conformidad con normas UNE (normativa española) de criterios ecológicos, concebida para distinguir aquellos productos o servicios que tienen una mayor incidencias sobre el medio ambiente, ya sea a causa de la existencia de sustancias peligrosas, de emisiones contaminantes o por otras razones. Analiza la totalidad del ciclo de vida del producto: materias primas utilizadas, diseño, fabricación, utilización y eliminación después de agotada su vida útil.

Los criterios ecológicos son los requisitos que debe cumplir un producto o servicio para que se le pueda conceder la Marca AENOR Medio Ambiente y que se definen en las normas UNE correspondientes. Una vez identificados los efectos medioambientales más importantes y las fases del ciclo de vida en las que se producen, es posible establecer los criterios ecológicos.

La Marca AENOR Medio Ambiente facilita información sobre los aspectos medioambientales de los productos y servicios puestos a su disposición en el mercado. La marca está concebida para productos de consumo, excluyéndose alimentos, bebidas y productos farmacéuticos.

Una vez concedido el derecho de uso de la marca a un producto o servicio, éste queda sometido a un control periódico tanto en fábrica como en el mercado, para verificar que se siguen cumpliendo los requisitos establecidos en los criterios ecológicos.

1.4.3. Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental



El distintivo de garantía de calidad ambiental es un sistema de etiquetado ecológico de productos y servicios promovido por la Generalitat de Catalunya con el que se pretende fomentar el diseño, la producción, la comercialización, el uso y el consumo de productos que tienen una calidad ambiental que va más allá de la establecida por la normativa vigente. Va dirigido hacia los fabricantes de productos con instalaciones industriales en Cataluña y los distribuidores de productos con marca propia que se comercializan en Cataluña y a los titulares de servicios que se prestan en el ámbito territorial de Cataluña.

Entre otros productos, se encuentran: materias primas y productos de plástico reciclado, productos y sistemas que favorecen el ahorro de agua, pantallas acústicas para el tráfico, productos de madera, productos de áridos reciclados, productos de vidrio reciclado, productos prefabricados de hormigón con material reciclado, productos aislantes acústicos y térmicos con material reciclado. Centros deportivos y establecimientos hoteleros.

1.4.4. DAPc Declaración Ambiental de Producto de la Construcción - Etiquetas de tipo III



La Certificación DAPc® Declaración Ambiental de los Producto de la Construcción, es un sistema de ecoetiquetado de la construcción que deriva del EPD - *Environmental Product Declaration*, regulado por el CEN -*European Committee for Standardization* en base a la normativa de referencia EN 15804 *Environmental Product Declaration*, que a su vez se basa en la norma ISO 14040:2006 sobre LCA (*Life cycle assessment*) y la norma ISO 14025. Las DAPc aportan información objetiva, comparable y creíble del impacto ambiental de los productos de la construcción y son un instrumento útil para el cumplimiento de la legislación vigente y para la mejora ambiental del sector de la construcción. Estas declaraciones presentan información ambiental cuantificada basada en el análisis del ciclo de vida (ACV) y permiten la comparación entre productos que cumplen la misma función.

Las declaraciones ambientales:

Son proporcionadas por unas o más organizaciones.

Se basan en una verificación independiente de los datos del análisis del ciclo de vida (ACV).

Se desarrollan utilizando parámetros predeterminados.

Están sujetas a la gestión de un administrador de un programa.

Están fundamentalmente destinadas a la comunicación de negocio a negocio, pero no se descarta su utilización en la comunicación de negocio a consumidor.

A diferencia de las etiquetas tipo I, las declaraciones ambientales de producto no definen unos criterios sobre la preferencia ambiental de los productos ni establecen unos requisitos mínimos para cumplir.

En Cataluña, en febrero de 2008, se firmó un convenio de colaboración entre la Dirección General de Calidad de la Edificación y Rehabilitación de la Vivienda (DGQERH), la Dirección General de Calidad Ambiental (DGQA) del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda (DMAV) y el Colegio de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Barcelona (CAATEEB), para el desarrollo de un programa de declaraciones ambientales de la construcción.

Este programa, pionero en España, se basa en la creación de un sistema de declaraciones ambientales de productos de la construcción, basado en la realización de ACV, que permite dotar a los profesionales de una herramienta para comparar y escoger los materiales teniendo en cuenta su impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida. Las declaraciones ambientales de producto cuentan con la información ambiental necesaria para poder realizar estudios de análisis del ciclo de vida de los edificios. Gracias a la unificación de la evaluación, permite la comparación objetiva de productos similares.

La herramienta VERDE tiene previsto aprovechar la información presente en estas etiquetas DAPc para el cálculo del impacto debido a la energía embebida de los materiales adoptados para la construcción de los edificios en proceso de evaluación.

Las DAPc suministran los datos de los impactos asociados a su fabricación (de la cuna a la puerta):

- 1 Cambio climático
- 2 Destrucción de la capa de ozono estratosférico
- 3 Acidificación
- 4 Eutrofización
- 5 Creación de ozono troposférico (POCP)
- 6 Agotamiento de recursos, otros que la energía primaria
- 7 Uso de recursos de energía no renovable, energía primaria dividido en uso de carbón, lignito, gas natural, uranio y combustibles secundarios

Table 1: LCA results for Tufted Modular Carpet with 100% solution-dyed PA 6 from InterfaceFLOR

Categories evaluated	Unit per m ²	Production stage			Delivery and installation			Use (1 year)	End-of-life stage		
		LC1	LC2	LC4	LC1	LC2	LC4		LC1	LC2	LC4
Primary energy not renewable	[MJ]	172.6	221.8	242.9	1.1	1.4	1.3	4.1	-50.5	-56.6	-55.0
Primary energy renewable	[MJ]	9.0	11.3	10.2	-0.03	-0.03	-0.03	0.3	-0.5	-0.5	-0.5
Abiotic depletion potential (ADP)	[kg Sb-eqv.]	0.08	0.10	0.10	6.3·10 ⁻⁴	7.9·10 ⁻⁴	7.4·10 ⁻⁴	1.2·10 ⁻³	-0.02	-0.03	-0.03
Greenhouse potential (GWP 100)	[kg CO ₂ -eqv.]	9.0	12.5	14.2	0.31	0.33	0.32	0.2	4.4	4.9	4.8
Ozone degradation potential (ODP)	[kg R11-eqv.]	6.4·10 ⁻⁷	7.9·10 ⁻⁷	8.0·10 ⁻⁷	-5.6·10 ⁻⁹	-5.6·10 ⁻⁹	-5.6·10 ⁻⁹	4.5·10 ⁻⁹	-2.6·10 ⁻⁹	-3.0·10 ⁻⁹	-2.9·10 ⁻⁹
Acidification potential (AP)	[kg SO ₂ -eqv.]	3.1·10 ⁻²	4.3·10 ⁻²	4.9·10 ⁻²	1.1·10 ⁻³	1.3·10 ⁻³	1.3·10 ⁻³	8.5·10 ⁻⁴	5.3·10 ⁻³	5.9·10 ⁻³	5.7·10 ⁻³
Nutritation (NP)	[kg PO ₄ -eqv.]	5.2·10 ⁻³	6.9·10 ⁻³	7.7·10 ⁻³	2.1·10 ⁻⁴	2.3·10 ⁻⁴	2.3·10 ⁻⁴	9.5·10 ⁻⁵	1.0·10 ⁻³	1.1·10 ⁻³	1.1·10 ⁻³
Photochemical oxid. formation (POCP)	[kg ethene-eqv.]	3.5·10 ⁻³	4.5·10 ⁻³	5.0·10 ⁻³	9.7·10 ⁻⁵	1.1·10 ⁻⁴	1.1·10 ⁻⁴	6.7·10 ⁻⁵	1.2·10 ⁻⁴	1.4·10 ⁻⁴	1.4·10 ⁻⁴
The results are based on the life cycle assessment for textile floor coverings conducted by Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden (GUT) e.V. , Aachen, Germany in cooperation with: Textile and Flooring Institut GmbH , Aachen, critically reviewed by: Prof. Dr. Walter Klöpffer , Int. Journal of Life Cycle Assessment, LCA CONSULT & REVIEW, Frankfurt a.M., Dipl. Natw. ETH Roland Hirschler , Head of unit LCA, EMPA, St Gallen											
In addition, the following tests are represented in the environmental declaration: VOC emissions GUT product testing criteria based AgBB scheme for the evaluation of emissions from building products, Tests for contaminants GUT product testing criteria								Verifications and tests			

Ejemplo de etiqueta EPD

1.5 Herramientas de análisis parcial en ámbito español

Por herramientas de análisis parcial en esta investigación se entienden herramientas que evalúan un solo parámetro de sostenibilidad en una o varias fases del ciclo de vida del edificio.

1.5.1 Lider

LIDER es la aplicación informática que permite cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de Demanda Energética establecida en el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1) y está patrocinada por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Esta herramienta está diseñada para realizar la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo la mayor parte de los cálculos recogidos en el CTE-HE1 y para la impresión de la documentación administrativa pertinente. La definición de la metodología está establecida en el Real decreto 47/2007. LIDER permite definir inmuebles de cualquier tamaño, siempre que su número de espacios no supere los 100 y que su elementos (cerramientos, incluyendo los interiores y las ventanas) no sean más de 500.

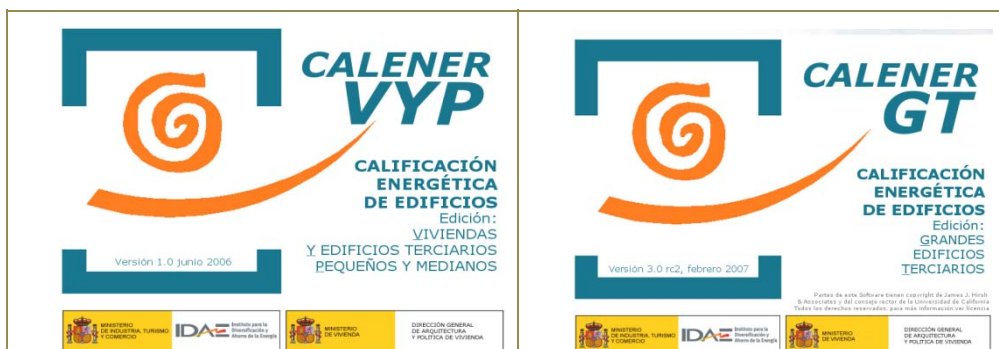
La definición de los inmuebles es compatible con la requerida por el programa CALENER en sus diferentes versiones adaptadas a los sectores residencial, pequeño y mediano terciario y gran terciario. Cuando sea necesaria la compatibilidad con el programa CALENER GT, deben cumplirse las condiciones especificadas en el apartado *Compatibilidades entre LIDER y CALENER* del Manual de Usuario.



1.5.2. Calener

El Programa informático Calener es una herramienta promovida por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE, y por el Ministerio de Vivienda, que permite determinar el nivel de eficiencia energética correspondiente a un edificio. El programa consta de dos herramientas informáticas:

- Programa informático de referencia Calener-GT, para la calificación de eficiencia energética de grandes edificios del sector terciario.
- Programa informático de referencia Calener-VYP, para la calificación de eficiencia energética de edificios de viviendas y del pequeño y mediano terciario.

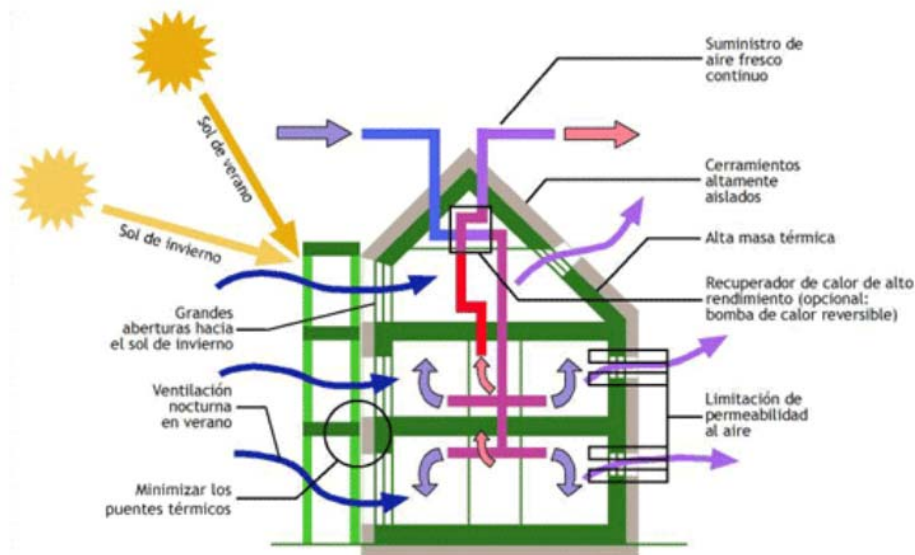


1.5.3 Otras herramientas y software de análisis parcial

- El estándar energético Alemán Passivhaus



Passivhaus (del alemán *casa pasiva*, y en inglés *passive house standard*) es un estándar para la eficiencia energética de viviendas en fase de uso, que se basa en levantar construcciones que cuenten con gran aislamiento térmico, un riguroso control de infiltraciones, y una máxima calidad del aire interior, además de aprovechar la energía del sol para una mejor climatización, reduciendo el consumo energético del orden del 70% (sobre las construcciones convencionales). Realiza una modelización energética de ganancias y pérdidas mediante el programa PHPP.



Esquema de funcionamiento para una vivienda Passiv Haus. Fuente: Passiv Haus Institut

- El estándar Suizo Minergie

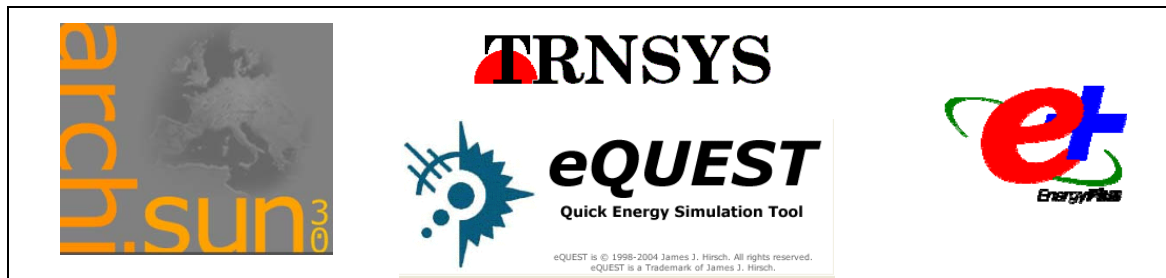


The MINERGIE®-Standard for Buildings

MINERGIE es un estándar que certifica el bajo consume energético en fase de uso, para edificios nuevos y reformados. Como principal indicador para la obtención de la certificación se adopta el consumo específico de energía.

- Más herramientas de análisis parcial

Existen herramientas de análisis parcial de los edificios como por ejemplo Dialux o Ecotect que determinan la demanda lumínica, o como Archisun, Trnsys, eQUEST o EnergyPlus que realizan simulaciones para ponderar el consumo energético.



1.6. Sistemas de indicadores como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios

Los sistemas de indicadores como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios son herramientas que, diferentemente de las anteriormente explicadas que se ocupan de una sola fase, tienen como objetivo evaluar todos los parámetros ambientales (agua, energías materiales y residuos) en todas las fases del ciclo de vida del edificio. Pueden recurrir a las normativas (mira apartado 1.1) para establecer los Benchmarks o mínimos de calificación, o a medios de medición de la sostenibilidad, como ACV o DAPc (mira apartados 1.2 y 1.4), para la calificación de impactos derivados por la energía imbuida (o *embody energy* o también energía gris), o a simulaciones energéticas como *Calener* o *Energy Plus* para calificar el impacto debido al gasto energético en fase de uso.

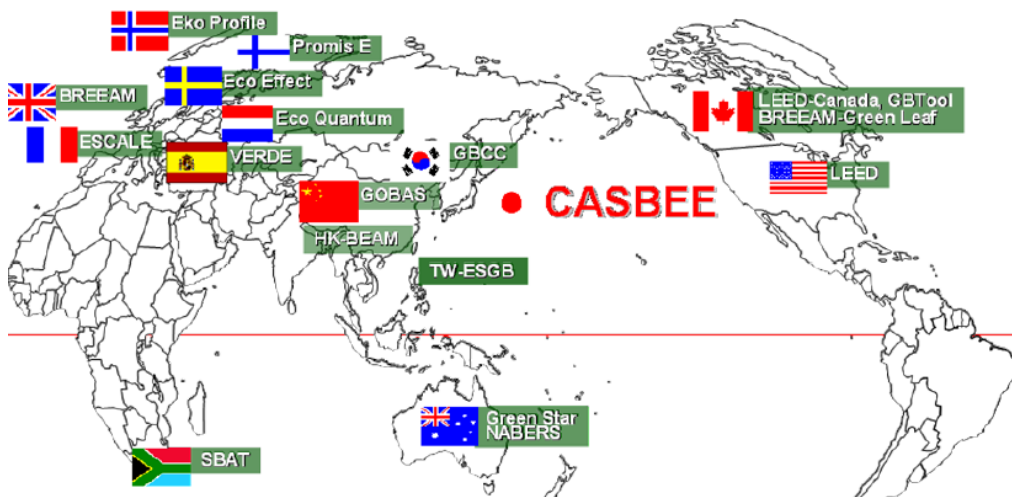
Según una investigación realizada por el grupo de trabajo de la herramienta japonesa CASBEE, la evolución en el tiempo de los sistemas de indicadores como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios puede organizarse en cuatro periodos diferentes:

1. Las herramientas más antiguas para la evaluación del comportamiento ambiental de los edificios tenían básicamente como objetivo mejorar su confort (*living amenities*), sin tener en cuenta el impacto que el edificio descargaba en su entorno.
2. El aumento de la gravedad de la contaminación de las áreas urbanas, en los años '60, llevó a establecer evaluaciones del impacto ambiental, aunque solamente se tomaban en cuenta los impactos que los edificios causaban en su entorno directo, como la contaminación del aire, sombra proyectada en los edificios vecinos, etc. En la etapa anterior se entendía como medioambiente solo el espacio privado, ahora el concepto se abre al espacio público.
3. En los años '90, con la toma de conciencia de que el sistema medioambiente está llegando a su límite, la consideración de que nuestro planeta tiene recursos limitados deviene básica en las evaluaciones medioambientales. En esta etapa se han ido proponiendo las primeras herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios como los que se están utilizando en la actualidad, como BREEAM (realizado por la empresa privada inglesa BRE *Global*), LEED (impulsado por la asociación sin ánimo de lucro USGBC) y GBTOOL (impulsado por la asociación canadiense sin ánimo de lucro iISBE).

La idea fundamental que sustenta estas iniciativas es hacer reconocibles en el mercado los "*green buildings*" o edificios con bajo impacto ambiental, con la confianza de que, como declara iISBE, todo el sector de la construcción poco a poco vaya transformándose, moviéndose hacia prácticas más en armonía con el medioambiente. De ahí tienen origen los esfuerzos para establecer estándares de medición para definir qué es un "*green building*", esfuerzos cuya síntesis puede encontrarse en congresos como los *SB-Sustainable Building* promovidos por la asociación internacional iISBE.

En la primera década del 2000, muchos países, principalmente del primer mundo (como puede consultarse en la imagen siguiente), empiezan a elaborar su propio sistema de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios, impulsados en gran medida por los dos grupos internacionales iISBE - *International Initiative for a Sustainable Built Environment* y WGBC - *World Green Building Council* (para saber más mira en esta tesis el apartado *Resultados que se pretenden*, contenido en el capítulo *Introducción*). Se ha empezado a

utilizarlos para acompañar el proceso de diseño y para otorgar certificaciones de sostenibilidad ambiental a los edificios. Siguen siendo de aplicación voluntaria.



Mapas de herramientas de evaluación de la sostenibilidad en la edificación. Fuente GBCe

Estas herramientas, de las cuales varias ya en fase de aplicación, pueden ser agrupadas en varias tipologías según cuanto elaborado por GBCe:

- Basados en la ponderación de criterios-indicadores de impacto en el análisis completo del ciclo de vida (ACV), tales como: SBTTool (internacional), HQE (FR), SBTTool_VERDE (España);
- Basados en la valoración de actuaciones (*Checklist*) tal como LEED (USA), BREEAM (GB);
- Basados en la valoración de impactos utilizando “eco-puntos” (el número de eco-puntos conseguidos sirve como elemento de comparación y mejora ambiental de diseño) como ENVEST (BRE-UK) o utilizando el concepto de ecoeficiencia como CASBEE (Japón);
- Basados en el cálculo de la reducción de impactos por la aplicación de medidas de sostenibilidad: SBTTool_RV (España).

1.6.1. Estándares sobre sistemas de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios

Existen dos estándares de la ISO (*International Standardisation Institute*) que constituyen un referente muy importante para las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios. Se describen a continuación

1.6.1.1 Norma UNE-ISO/TS 21929-1:2009 - Sostenibilidad en Construcción de Edificios – Indicadores de Sostenibilidad. Marco para el Desarrollo de Indicadores para Edificios.

En la especificación se puede leer: “La presente especificación técnica describe y proporciona una guía para el desarrollo y la selección de los indicadores de sostenibilidad relacionados con la construcción.” (...) “Esta especificación define el marco para los indicadores de sostenibilidad para edificios, basado en la premisa de que la construcción sostenible alcanza comportamiento técnico requerido de construcción con un mínimo impacto ecológico. Al mismo tiempo la construcción sostenible alienta el desarrollo económico, social y la mejora cultural a nivel local, regional y global.”

“Las tres funciones principales de los indicadores son la cuantificación, la simplificación y la comunicación.”

“Cuando se eligen y desarrollan indicadores, el punto de partida es la identificación de los principales usuarios y sus necesidades.”

“El sector de la construcción necesita indicadores de sostenibilidad tanto para su propia toma de decisiones dentro del diseño, producción y gestión, como para mostrar el impacto social, ambiental y económico de los productos y los procesos al público y a los clientes.”

Más en detalle:

1. adapta los principios generales de sostenibilidad al sector de la edificación;
2. incluye un marco para la evaluación de los impactos económicos, ambientales y sociales en la edificación;
3. muestra unos indicadores como ejemplos;
4. muestra cómo utilizar los indicadores de sostenibilidad respecto a la edificación, y también el proceso de utilización de indicadores de sostenibilidad;
5. Apoya el proceso de selección de indicadores;
6. Apoya el desarrollo de herramientas de evaluación;
7. Define la conformidad con esta especificación.”

Da una serie de opiniones sobre:

1. Qué ámbitos tendrían que tocar los indicadores medioambientales, considerando que es necesario emplear un amplio rango de atributos para describir el funcionamiento integral de un edificio
2. Cómo utilizar los indicadores de sostenibilidad. Ofrecen una introducción sobre reglas para el uso de los indicadores y sistemas de indicadores, tipo la necesidad de tratar de manera distinta algunas cuestiones en fase de diseño y en fase de uso.

3. Los usuarios de indicadores: “Se tendrá que tener en cuenta que la selección de un conjunto relevante de indicadores debe reflejar las inquietudes de los agentes implicados y la apropiada representación del objeto en evaluación”.

Da indicaciones y pautas genéricas sobre fase de evaluación,

“las recomendaciones prácticas, que favorecen ciertos tipos de soluciones técnicas, dependen de las circunstancias geográficas y tecnológicas, especialmente del clima.”

“un indicador medioambiental de un edificio trata de aspectos medioambientales tanto en términos de cargas como de impactos. Las cargas ambientales son el uso de recursos y la producción de residuos, olores, ruido y emisiones perjudiciales para el suelo, el agua y el aire.”

“Los indicadores medioambientales de edificios deberían considerar, cuando sea posible, el punto de vista del ciclo de vida.”

“La calidad del aire interior también es un indicador de la sostenibilidad de un edificio.”

1.6.1.2 Norma UNE-ISO/TS 21931-1:2008 - Sostenibilidad en construcción de edificios. Marco de trabajo para los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los trabajos de construcción. Parte 1: Edificios

Proporciona un marco general para mejorar la calidad y comparabilidad de los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los edificios. Identifica y describe temas que hay que tener en cuenta cuando se utilizan métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de edificios nuevos o ya existentes en las fases de diseño, construcción, explotación, rehabilitación y deconstrucción. A continuación se reproducen, en su versión inglés, partes de la norma ISO 21931 de especial interés para esta tesis:

En los apartados siguientes se puede encontrar el listado de impactos que propone la ISO 21929 para “los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los trabajos de construcción”:

5.6.3 Environmental aspects

5.6.3.1 General

The following environmental aspects shall be considered and included in the assessment method:

- a) use of resources, which shall include the
 - 1) use of non-renewable primary energy resources,
 - 2) use of non-renewable material resources,
 - 3) use of renewable material resources,
 - 4) use of renewable primary energy, and
 - 5) consumption of freshwater;
- b) production and segregation of waste for disposal, which shall include
 - 1) hazardous waste, and
 - 2) non-hazardous waste;

c) land use related to building site.

Consumption of freshwater should include the amount and type of water.

5.6.3.2 Local environmental aspects

The following environmental aspects of the building and its site shall be considered and included in the assessment method:

- a) sun shading and glare from any neighbouring property;
- b) wind effects;
- c) risk and emission to surface water and ground water;
- d) risk and emission to soil.

5.6.4 Issues related to the management processes for construction, delivery, operation and maintenance

The environmental performance of a building is not only influenced by the quality of the building itself, but also by the management processes for the construction, delivery, operation and maintenance of the building. The following environmental issues related to the management processes for construction, delivery, operation and maintenance should also be included in the assessment method:

- a) waste production and disposal;
- b) reuse, recycling, and recovery of the materials;
- c) pollution emissions;
- d) water use;
- e) waste water treatment;
- f) repair, conservation and replacement of products used in the building;
- g) conservation and enhancement of the site environment to promote biodiversity;
- h) environmental emergency management.

Double-counting with relevant environmental impacts (5.6.1) and aspects (5.6.2) shall be avoided. The management process information should be consistent with, and support the assumptions and scenarios used in, the assessment.

Esquema sobre las etapas del ciclo de vida de un edificio del punto de vista físico.

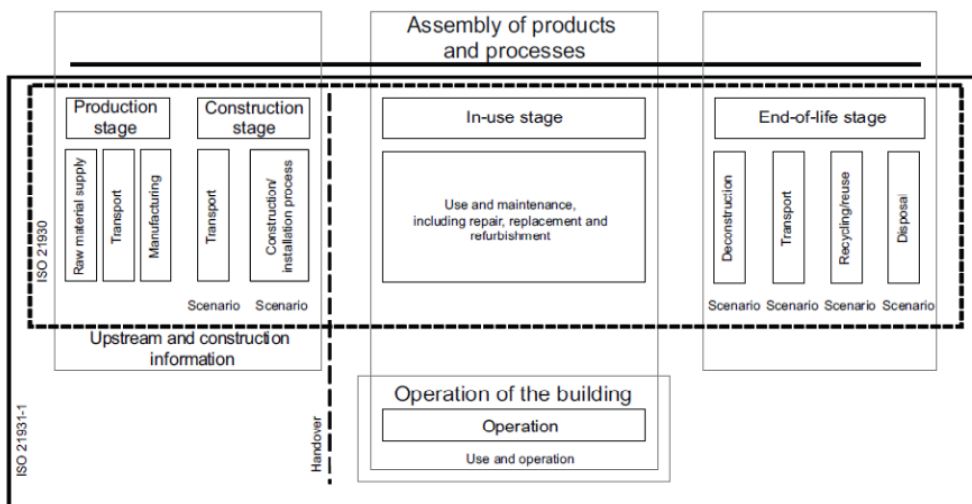


Figure 2 — Modular structure of the life-cycle stage of a building from the physical point of view

El párrafo siguiente pide que la información elaborada para la evaluación sea trazable y transparente, se puede encontrar argumentación sobre trazabilidad y transparencia en el párrafo 3.5.3 de esta tesis

5.8.3 Traceability and transparency

Information regarding the assessment method and result of the assessment shall be transparent and traceable. Transparency encompasses the presentation of information in a manner that is open, comprehensive and understandable.

Methods for the assessment of the environmental performance of buildings shall clearly indicate the way in which the results have been derived in order to make it possible to trace them back to the original data. This implies that the method of assessment shall indicate the way in which the method was verified and validated and ensure consistency of the results of assessment by providing traceability of the measuring process.

En este párrafo se explica el importante concepto de que tiene que existir implícitamente o explícitamente un sistema de pesos, que puede variar en relación a un contexto nacional, regional o local.

5.8.8 Weighting

An assessment method that uses aggregated indicators for the assessment results either implicitly or explicitly includes a weighting system. The underlying process that supports weighting shall be based on the differences in the relative importance of category indicators, and shall be documented.

The weighting system can vary according to national, regional or local contexts and conditions, and should provide a method for addressing such variances, which shall be documented and justified. Both the explicit and implicit weighting shall be explained and explicit weighting factors shall be listed in the assessment method documentation.

En este párrafo se sostiene la inclusión, en los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los trabajos de construcción”, de indicadores de confort y salubridad:

A.2 When the assessment method includes consideration of social aspects related to the indoor environment in the use stage, the following issues should be considered and included, where relevant:

- a) indoor air conditions (e.g. effectiveness of ventilation, concentration of hazardous substances and odour conditions);
- b) hygro-thermal conditions (e.g. air temperature and humidity);
- c) visual conditions (e.g. glare, access to daylight and exterior views, and quality of light);
- d) acoustic conditions;
- e) characteristics of water;
- f) intensity of electromagnetic fields;
- g) radon concentration;
- h) presence of mould.

NOTE For information relevant to indoor air quality, see ISO 16814.

A.3 When the assessment method includes consideration of social aspects related to the local outdoor environment, the following issues should be considered and included, where relevant:

- wind loads;
- noise;
- shading or glare on neighbouring property;
- odours.

En la tabla siguiente se aclara presencia o meno de cada actor de la construcción a lo largo del ciclo de vida de un edificio.

Actor/player/stakeholder	Life-cycle phase/stage					
	Upstream process	Production of building products	Decision-making (procurement and design)	Construction	Use - ageing - maintenance - operation - usage	End of life
Investor/owner			●		→	→
Developer		●		→		
Designer	←	←	●			→
Constructor			←	●	→	→
Supplier of building materials	←	●				→
User/occupant		←			●	→
Facility manager/operator			←		●	→
Financer		●		→		→
Insurance company			←	●	→	→
Real estate broker			←	●	→	→
Government agency/NGO/ consumers	←	←	←	←	←	←

1.6.2. Los sistemas de indicadores como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios constituyen el objeto de estudio de esta investigación

Esta tesis tiene previsto realizar un análisis de herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios, según los criterios y subcriterios expuestos en el capítulo 3.

Para escoger las herramientas se han establecidos unos criterios como⁴:

1. su resonancia internacional,
2. su importancia respecto la investigación del grupo de trabajo en el que se participa en colaboración con GBCe para el desarrollo de la herramienta VERDE,
3. Que sea una herramienta ya en uso,
4. que esté forjada a través de una investigación estructurada y de calidad.

- CASBEE es la herramienta japonesa de alcance nacional que deriva de GBTOOL e introduce el innovador concepto de ecoeficiencia (BEE). Tiene detrás un grupo de investigación promovido por el gobierno japonés conjuntamente con la universidad y la industria. Tiene amplia aplicación en el territorio nacional. La versión de la herramienta analizada es CASBEE 1.0 del 2001, la primera aplicada en el mercado,

- GBTOOL es la herramienta propuesta por iiSBE (*International Initiative for a Sustainable Built Environment*). No está pensada como herramienta de aplicación directa, más como base a disposición de cada grupo de trabajo nacional socio de iiSBE para que lo adapte a las realidades locales. Tiene mucha resonancia internacional y tiene detrás una investigación de gran calidad. Es el referente para la realización de la herramienta VERDE, pensada para España y elaborada por GBCe, con quien ha colaborado el grupo de investigación que ha dado origen a esta tesis. La versión de la herramienta analizada es GBTOOL 1.80, del año 2002,

- ITACA, herramienta italiana de alcance nacional, ha sido escogida, como CASBEE, por ser una herramienta de la familia iiSBE ya en uso que deriva de GBTOOL. Tiene detrás un grupo de investigación promovido por el *instituto ITACA*, asociación entre administraciones regionales y provinciales italianas para promover la coordinación técnica entre ellas. La versión de la herramienta analizada es ITACA 1.0 del 2004, la primera aplicada en el mercado,

- Se quería también introducir una herramienta basada en la valoración de actuaciones o *checklist*. Las que tienen más resonancia internacional son BREEAM (herramienta del Reino Unido propuesta por la empresa privada BRE – *Building Research Establishment*) y LEED (Promovida por el USGBC - *Green Building Council de los Estados Unidos*) que tienen muchos parecidos entre ellas. Ambas avaladas por unos grupos de investigación de calidad, se ha

⁴ Aunque estas versiones tengan origen en años anteriores a la época de publicación de esta tesis doctoral, no se ha considerado necesario sustituirlas con sus versiones más recientes. Eso porque el objetivo de la investigación es realizar un método universal capaz de detectar eventuales debilidades de este tipo de herramienta, a prescindir de su antigüedad.

En el caso de LEED, se ha analizado en la tesis en su versión 2.0 del año 2001, y se ha analizado la versión 2009 para el sello Playa de Palma, como puede consultarse en los anexos. Se ha constatado que los resultados de los dos análisis son muy parecidos.

escogido LEED por ser la herramienta propuesta por el WGBC - *World Green Building Council*, de la cual GBCe, grupo realizador de la herramienta VERDE para España, hace parte y con quien ha colaborado el grupo de investigación que ha dado origen a esta tesis. La versión de la herramienta analizada es LEED 2.0, del año 2001.

En los apartados siguientes, considerando necesario conocer más de cerca las herramientas escogidas, en primer lugar, se busca información sobre sus orígenes, autores e historia.

Es segundo lugar, se busca información sobre factores importantes para el análisis de las herramientas de los capítulos 4 y 5 (según criterios y subcriterios desarrollados en el capítulo 3), como el usuario tipo, objeto de estudio, objetivos declarados, áreas de interés, estrategia operativa y estructura, sistema de puntuación, niveles de certificación. Por último se comenta la difusión y éxito de cada herramienta en la actualidad.

Resumiendo, la profundización que se realiza sobre cada herramienta está vertebrada según los siguientes ámbitos:

Conocimiento herramientas:

1. Origen y autores,
2. Historia
3. Usuario tipo (profesionales de la construcción)

Ámbitos de interés para la tesis

4. Objeto de estudio,
5. Objetivos declarados,
6. Áreas de interés,
7. Estrategia operativa y estructura
8. Sistema de puntuación, niveles de certificación

Éxito y difusión

9. Difusión

1.7 Herramienta CASBEE versión 1.0.

Año 2003

Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

<http://www.ibec.or.jp/casbee/english/index.htm>



1.7.1 Origen y autores

CASBEE - *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*, es el sistema de evaluación de la sostenibilidad de los edificios pensado para el territorio japonés. Su promotor es el *Japan Sustainable Building Consortium - JSBC*, que hace parte del *Institute for Building Environment and Energy Conservation*.

La investigación está desarrollada por 6 equipos (*Sub-Committee*) que trabajan paralelamente:

Fuente: Japan Sustainable Building Consortium (JSBC)

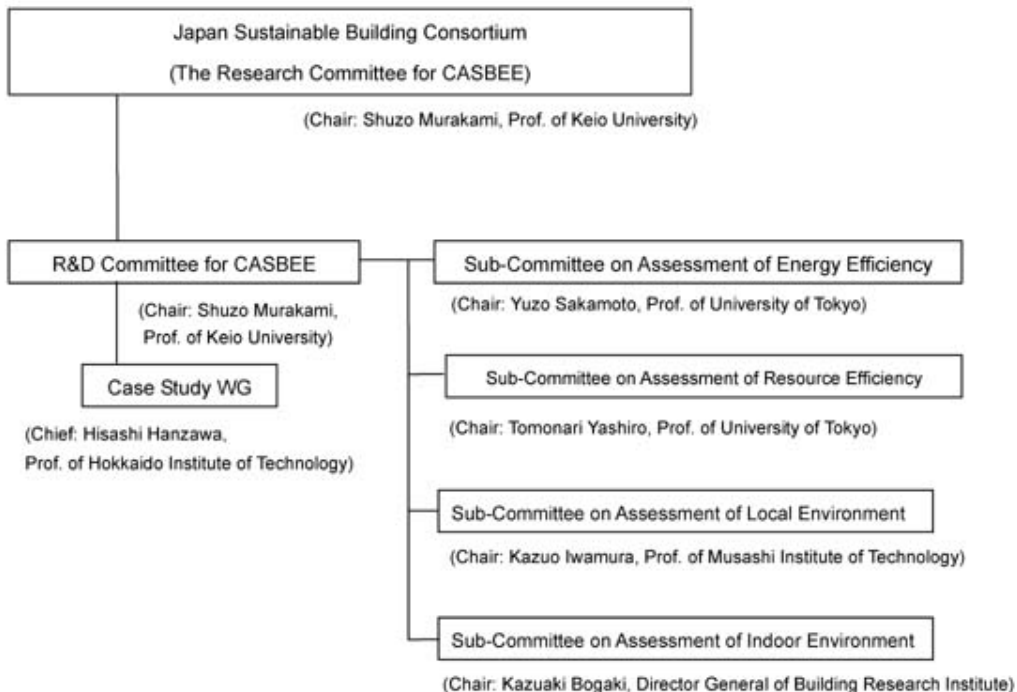


Figura 1: Organización de los equipos que desarrollan la herramienta CASBEE

1.7.2 Historia

Se empezó a trabajar en la herramienta CASBEE en 2001, gracias a una colaboración entre industria, gobierno y mundo académico japonés.

Como se declara en la página Web de la herramienta CASBEE, las herramientas más antiguas para la evaluación del comportamiento medioambiental de los edificios tenían básicamente como objetivo mejorar el confort, sin tener en cuenta el impacto que el edificio producía en su entorno. En los años '60, el aumento de la contaminación en las áreas urbanas, como en Tokio, llevó a establecer evaluaciones del impacto ambiental, aunque se tomaran en cuenta solamente los impactos causados por los edificios en su entorno directo, (contaminación del aire, sombra en los edificios vecinos, etc.). En los años '90, cuando se toma conciencia de que el sistema medioambiente está llegando a su límite, el concepto de ecosistema como sistema con recursos limitados deviene básico en las evaluaciones medioambientales. Actualmente el uso de las herramientas CASBEE se ha difundido rápidamente en la sociedad japonesa, donde se utiliza para acompañar el proceso de diseño y para asignar certificaciones de sostenibilidad ambiental a los edificios.

1.7.3 Usuario tipo

Los autores de CASBEE afirman que para evaluar el comportamiento ambiental de un edificio con la herramienta CASBEE es necesaria la intervención de certificadores especializados. En el noviembre del 2007, en todo el Japón, se contaban 1600 certificadores. Para ser certificador es necesario tener título de arquitecto, haber seguido un curso especial, aprobar un examen y estar registrado en el *Accredited Professional Registration System*.

1.7.4 Objeto de estudio

El ámbito de evaluación de la herramienta CASBEE está constituido por los impactos y las calidades de la habitabilidad propios del ciclo de vida del edificio, y más exactamente con los aspectos implicados en las decisiones de promoción y proyecto. Otros ámbitos, como la planificación previa, las condiciones sociales en las que se realiza la promoción y posterior construcción, o los objetivos de uso del edificio son externos a los objetivos de las herramientas.

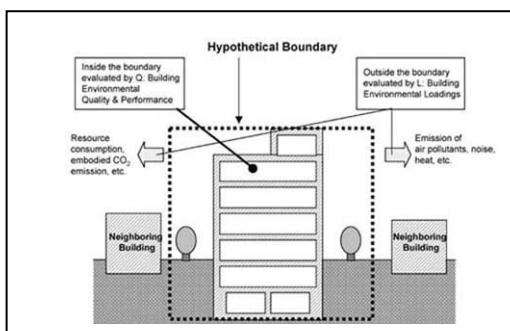


Figura 2: Espacio hipotético cerrado separado por los límites del edificio.

Fuente: Japan Sustainable Building Consortium

1.7.5 Objetivos declarados

El principal objetivo declarado por los autores de CASBEE es: “Promover la sostenibilidad siguiendo la tendencia de promover edificios más sostenibles a través de los mecanismos de mercado”. Con esta intención se introduce el nuevo concepto BEE (*Building Environmental Efficiency*, párrafo 2.4.7).

Del edificio más el área externa que le pertenece, se quieren calcular los impactos medioambientales, definidos como “el impacto negativo del edificio que llega al espacio público”, y la mejora del confort para los usuarios.

Los autores de la herramienta CASBEE han formulado, para su desarrollo, una serie de líneas guía⁵, como puede leerse en la introducción de su página web oficial⁶:

- 1) la herramienta tiene que premiar el conseguimiento de altas evaluaciones en los edificios, con incentivos a los varios actores de la construcción.
- 2) La herramienta tiene que ser lo más posible simple.
- 3) La herramienta tiene que ser aplicable a los edificios comprendiendo un amplio rango de aplicaciones.
- 4) La herramienta tiene que tomar en cuenta temas y problemas peculiares de Japón y Asia.

1.7.6 Áreas de interés

CASBEE incluye 6 temas de interés organizados en las dos Áreas *Q - Quality* y *L - Loadings*:

Q – Quality - Building environmental quality and performance

Evalúa la mejora del confort para los usuarios del espacio cerrado (la propiedad privada). Incluye tres áreas temáticas:

- *Q1 Indoor environment*
- *Q2 Quality of services*
- *Q3 Outdoor environment on site.*

L - Loadings - Building Environmental Loadings

Evalúa el impacto ambiental negativo directo hacia el espacio externo, entendido como propiedad pública. Incluye tres áreas temáticas:

- *L1 Energy*
- *L2 Resources & Materials*
- *L3 Off-site Environment*

⁵ Se puede notar que mientras CASBEE cumple con las líneas guía 1, 3 y 4 (CASBEE es aplicable a un vario rango de aplicaciones y tiene cuenta de temas y problema peculiares del Japón, como los terremotos), no cumple con la 2, porque su utilización no resulta simple.

⁶ <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>

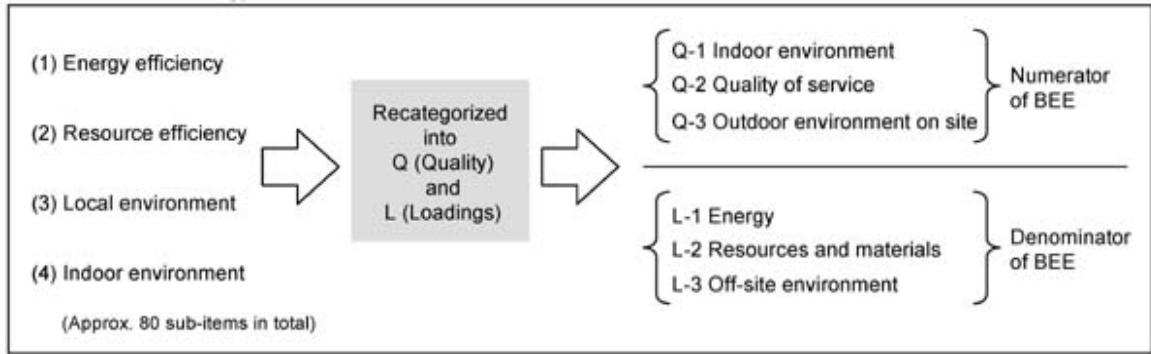


Figura 3: Clasificación y organización de los temas de evaluación en Q (Building environmental quality and performance) y L (Building environmental loadings)

1.7.7 Estrategia operativa y estructura

Estrategia operativa

El concepto de BEE - Building Environmental Efficiency

CASBEE tiene un sistema de evaluación muy peculiar, denominado BEE (Building Environmental Efficiency), índice sintético (párrafo 1.4) resultante del cociente entre las dos áreas, *Quality* (numerador) y *Loadings* (denominador) (párrafo anterior):

$$\text{Building Environmental Efficiency (BEE)} = \frac{\text{Q (Building environmental quality and performance)}}{\text{L (Building environmental loadings)}}$$

El grupo de trabajo realizador de CASBEE, asume como base teórica para el indicador BEE el concepto de Eco-efficiency, definido como “el valor, la cantidad de productos y servicios por unidad de impacto ambiental, que integra la evaluación de un factor al interno (confort) e uno al externo (impacto) del edificio”⁷.

⁷ El concepto BEE, comparando ganancias en el nivel de confort e disminución de la carga ambiental puede generar ambigüedad porque permite que prestaciones de confort elevadas escondan un alto coste ambiental. El BEE, como voto sintético está sumando entidades con unidades de medida diferentes y no deja distinguir cuanto contribuya a obtener la nota final el confort y cuanto un bajo impacto. Existe el riesgo que una “Quality” muy alta en el edificio, que podría obtenerse con un alto gasto energético, permita obtener buenas calificaciones aunque la existencia del edificio genere un alto impacto.

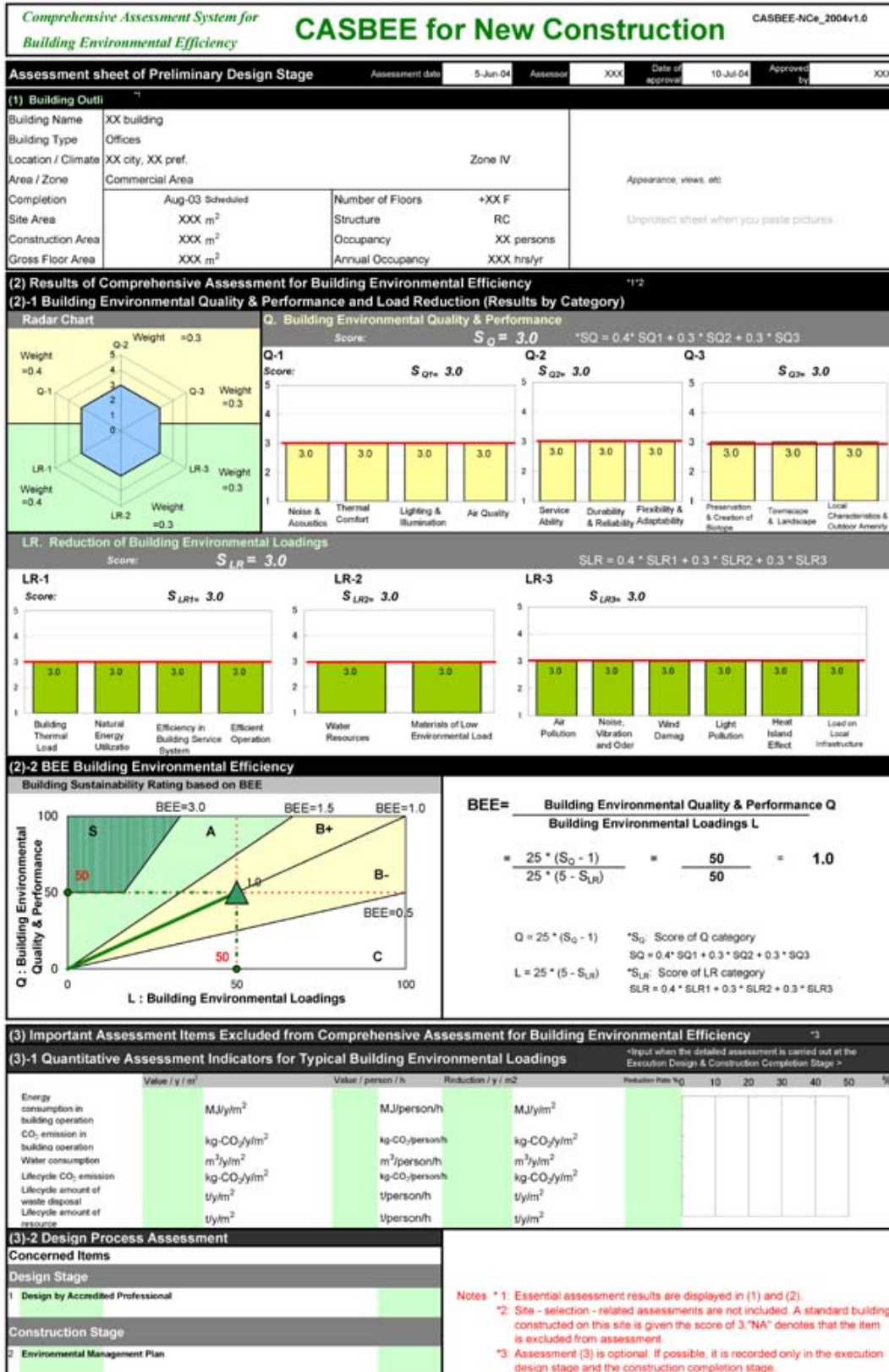


Figura 4: Result Sheet

El proceso de evaluación

1. La primera etapa de aplicación de la herramienta es la asignación de una puntuación por cada indicador, que puede variar entre 1 (puntuación mínima) y 5 (puntuación máxima). Se

asigna a cada indicador su puntuación, se suman los resultados obtenidos por cada área de interés y el resultado se multiplica por su peso⁸. El resultado final es la valoración correspondiente a uno de los temas de interés (por ejemplo *L1 Energy, L2 Resources & Materials, Q1 Indoor environment, etc.*)

2. A su vez, se asigna un peso, a cada área de evaluación. La suma de los coeficientes del peso tiene que ser igual a 1. La puntuación obtenida en cada área de interés viene multiplicado por su peso, y los resultados se suman para obtener Q y L. Existe una hoja, *Score Sheet* predispuesta para introducir de manera organizada los resultados obtenidos por cada indicador y área de interés.

3. El cociente entre Q y L da el resultado final BEE.

4. Los resultados obtenidos quedan representados gráficamente en la hoja Result Sheet (Figura 4).

Estructura

CASBEE for New Construction, la versión más completa, requiere de contestar a 72 indicadores. Cada una de las 6 áreas de interés especificadas anteriormente (por ejemplo: Q1 *Indoor environment*) está organizado en un número variable de indicadores (por ejemplo Q1 *Indoor environment* está compuesto por: Q1.1 *Noise & Acoustics*, Q1.2 *Thermal Comfort*, Q1.3 *Lighting*, Q1.4 *Air Quality*), cada uno de los cuales a su vez puede estar organizado en un número variable de sub-indicadores y sub-sub-indicadores

Existen varias versiones de CASBEE⁹, algunas adaptadas a tipologías o escalas geográficas o situaciones peculiares¹⁰:

updated February 8, 2012

Information

JaGBC/JSBC is continuously developing and updating the CASBEE system.
Since we started the development of CASBEE in 2001, we have developed the following tools.

- CASBEE for New Construction *
- CASBEE for New Construction (Brief version)
- CASBEE for Existing Building
- CASBEE for Existing Building (Brief version)
- CASBEE for Renovation
- CASBEE for Renovation (Brief version)
- CASBEE for Heat Island
- CASBEE for Urban Development *
- CASBEE for an Urban Area + Buildings *
- CASBEE for Cities *
- CASBEE for Home (Detached House) *
- CASBEE for Market Promotion (tentative version) *
- CASBEE Property Appraisal *

Fuente: Japan Sustainable Building Consortium (JSBC)

⁸ Por "peso" se entiende un coeficiente por el cual se multiplica la evaluación obtenida en cada área de interés para obtener el resultado final. Refleja la importancia que se atribuye a un área de interés en una específica realidad geográfica.

⁹ <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>

¹⁰ Esta adaptación a muy específicas características geográficas, tipológicas contribuye a la claridad del ámbito de aplicación (párrafo 3.4.2.)

Figura 5: Distribución de las versiones de CASBEE a lo largo del Ciclo de Vida de los edificios

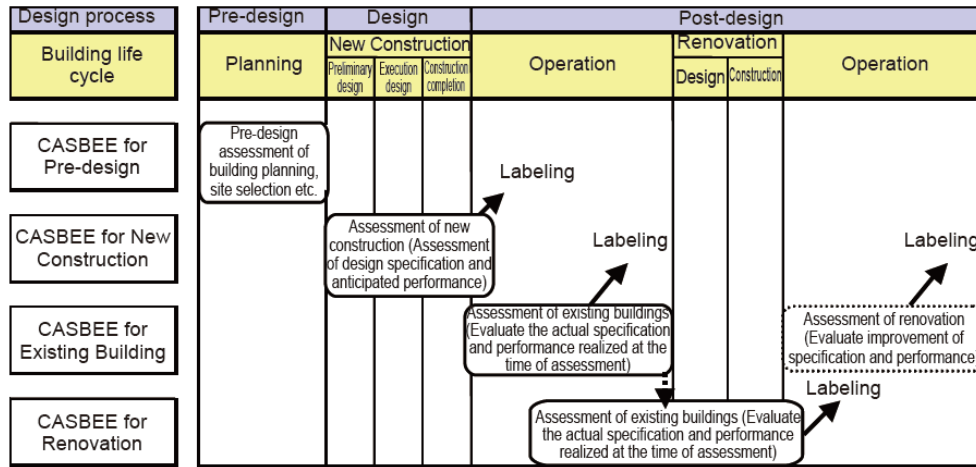


Figure I.1.2 Building Life Cycle and the Four Basic Tools of CASBEE

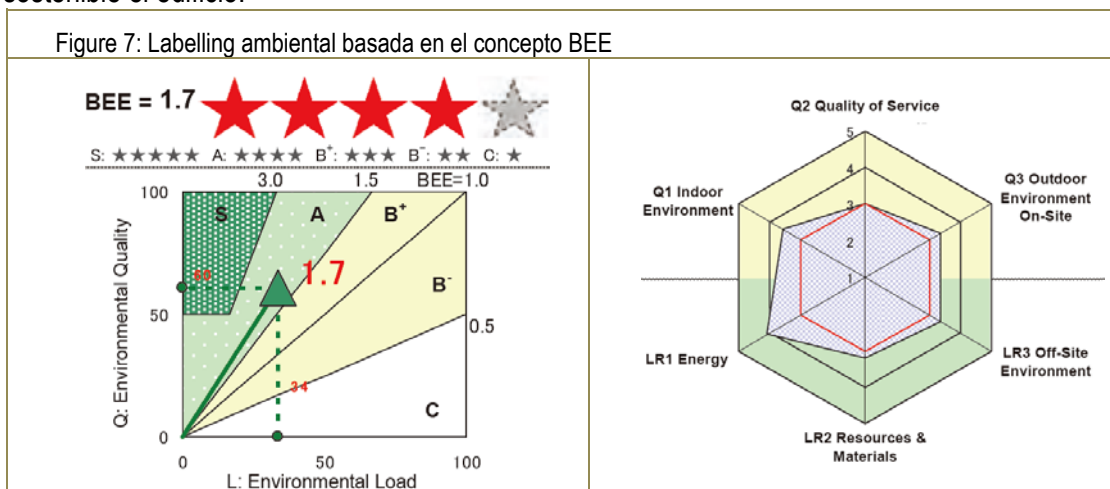
1.7.8 Sistema de puntuación, niveles de certificación

Sistema de puntuación

La puntuación se basa en niveles establecidos por cada tema de evaluación. Están disponibles 5 niveles de puntuación: el 3 representa el Benchmark, el 1 es la puntuación mínima no aceptable, el 5 es la puntuación máxima que se puede conseguir con la tecnología actual. Están establecidos sobre la base de los estándares técnicos y sociales contemporáneos.

Niveles de certificación

En CASBEE, los resultados pueden ser clase C (escaso), clase B-, clase B+, clase A, y clase S (excelente). El resultado está representado con un grafico (figura 7) donde L es la ordenada y Q es la abscisa, de manera que el BEE es el gradiente de la línea que parte de la origen (Q=0, L=0) y la enlaza con la puntuación obtenida. Más inclinado es el gradiente y más sostenible el edificio.



Fuente: Japan Sustainable Building Consortium (JSBC)

1.7.9 Difusión

CASBEE se está utilizando por varias compañías privadas japonesas, empresas de construcción, estudios de arquitectura, promotores, etc., como herramienta de evaluación voluntaria para verificar el comportamiento ambiental de sus edificios. Las primeras certificaciones resalen al 2005, Algunos gobiernos locales japoneses a partir de diciembre 2011, han introducido el uso de la herramienta CASBEE en su política medioambiental para fomentar la construcción de edificios “verdes”. Tales gobiernos exigen a los futuros propietarios de las nuevas construcciones un informe sobre los resultados obtenidos con CASBEE antes de su construcción. El número de edificios certificados es de 6654 en marzo 2011. En diciembre 2011 había más que 10000 Certificadores Accredited Professional.

Edificio certificado con CASBEE

IBEC-C0051-EB(b)	Vivit square Minami-Funabashi	2011/12/19	Applicant	Retail Square Management Ltd.
			Design	Taisei Corporation Ichiken co.,Ltd Fujita Corporation
			Location	Funabashi city, Chiba Prefecture
			Building type	Retail, Factory(Parking)
			Assessment tool	CASBEE-EB(b) 2010
			Result	Rank A

評価結果

ゲートシティ大崎

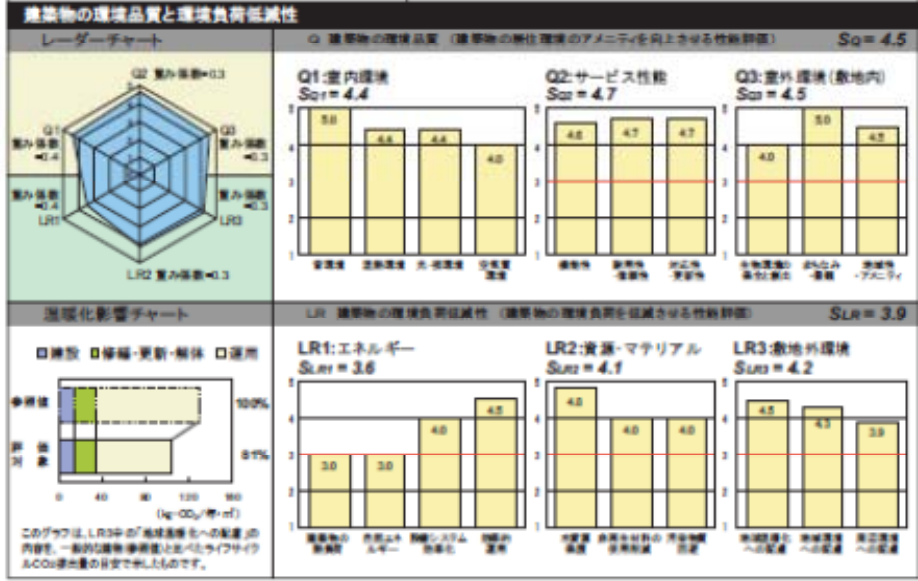
CASBEE 既存

使用ツール: CASBEE-EB_2008v3.4
 規格番号: IBEC-C0050-EB
 交付日: 2010年11月12日
 (財)建築環境・省エネルギー機構

建物用途	事務所(飲食、物販用途を含む)	敷地面積	33,018.00㎡
建設地	東京都品川区大崎一丁目11番1号他	建築面積	18,209.39㎡
気候区分	地域区分V	床面積	291,883.82㎡
地域・地区	商業地域、防火地域	階数	地上24階、地下4階
竣工日	1999年1月6日	構造	S造



$$BEE = \frac{\text{建築物の環境品質 } Q}{\text{建築物の環境負荷 } L} = \frac{25 \times (S_Q - 1)}{25 \times (5 - S_{LR})} = \frac{89}{26} = 3.4$$



Edificio certificado con CASBEE

IBEC-C0050-EB	(recertificate of C0045) GATE CITY OSAKI Tokyo South	2010/11/12	Applicant	Gate City OSAKI Office and Commercial Building Management Union.
			Design	Nikken Sekkei co.,Ltd
			Location	Shinagawa-ku, Tokyo
			Building type	Office, Retail, Restaurant
			Assessment tool	CASBEE-EB 2008
			Result	Rank S

評価結果

CASBEE 既存(興易版)

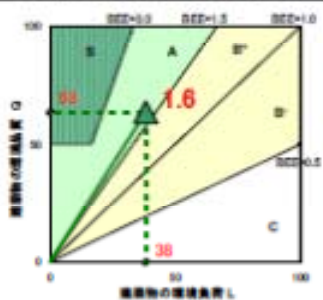
使用評価ソフト: eo_CASBEE-EBs_2010(v1.1)
 認定番号: IBEC-C0051-EBs
 交付日: 2011年12月19日

ピビットスクエア南船橋

(財)建築環境・省エネルギー機構

建物用途	物販店、工場(駐車場)	敷地面積	30384.10㎡
建設地	千葉県船橋市	建築面積	28286.56㎡
気候区分	—	延床面積	98025.54㎡
地域・地区	商業地域、防火地域	階数	地上4F
竣工日	2004年11月30日	構造	S造

建築物の環境効率 (CEE: Built Environment Efficiency)



$$CEE = \frac{\text{建築物の環境品質} Q}{\text{建築物の環境負荷} L} = \frac{25 \times (SQ-1)}{25 \times (S-SLR)} = \frac{63.4}{38.3} = 1.6$$

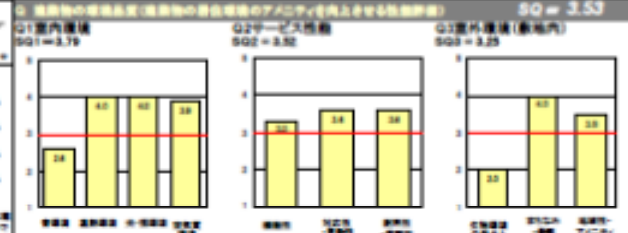
ライフサイクルCO2削減率目標チャート



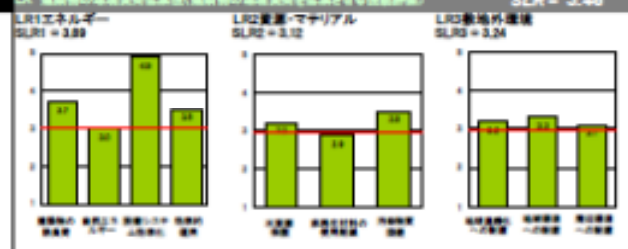
大気質の評価(レーダーチャート)



中気質の評価(バーチャート)



水 建築物の環境負荷削減率目標チャート(建築物の環境負荷削減率を比較できる評価)



1.8 Herramienta GBTOOL 1.80

Año 2002

www.iisbe.org



1.8.1 Origen y autores

La herramienta GBTOOL (*Green Building Tool*) puede prever una cuantificación del impacto ambiental potencial del edificio anteriormente a su construcción y uso, permitiendo también, de esta manera, la comparación entre varios edificios. El usuario tiene que proporcionar datos que el sistema (que consiste en una hoja *Excel*) elabora en base a un inventario de ACV - Análisis de Ciclo de Vida. Los pesos están establecidos por expertos¹¹. Se requiere a los usuarios introducir una amplia selección de datos sobre el edificio¹². Las evaluaciones se realizan en relación a *Benchmarks* locales.

GBTOOL ha sido creado por Nils Larsson y Raymond Cole al interno del Natural Resources Canada¹³ y ha seguido desarrollándose gracias a los grupos de trabajo participantes en el proceso *GBC - Green Building Challenge*, un proyecto internacional (un consorcio de más de 20 países) para fomentar la elaboración y adopción en los países participantes, de una propia herramienta de evolución de la sostenibilidad ambiental de los edificios, adaptable a la realidad territorial gracias al sistema de pesos, donde los grupos de trabajo de cada país pueden

¹¹ Por “peso” se entiende un coeficiente por el cual se multiplica la evaluación obtenida en cada indicador y área de interés para obtener el resultado final. Refleja la importancia que se atribuye a un indicador en una específica realidad geográfica.

⁸ GBTOOL es la única herramienta entre las analizadas que, al introducir un dato, no le asigna directamente una evaluación. Esta característica está criticada por el subcriterio G3, como explicado en el párrafo 3.5.3.

⁹ Cuando lanzaron la herramienta, sus autores declararon que GBTOOL no hubiera tenido un efecto a corto plazo en la manera de edificar, pero muy probablemente lo podría tener a largo plazo.

verificar la eficacia de la propia herramienta en un edificio representativo presente en su territorio.

Actualmente el proceso GBC está liderado por iiSBE - *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (Iniciativa Internacional para un Ambiente Construido Sostenible, www.iisbe.org).

1.8.2 Historia

El Natural Resources Canada ha dado inicio e impulsado el proceso GBC en el periodo 1996-2000. En una primera fase, el gobierno canadiense financió los diversos grupos de trabajo nacionales. Posteriormente la contribución canadiense se ha limitado a la coordinación central y al desarrollo de la herramienta base. Actualmente cada país participante se financia autónomamente (meetings, verificaciones de aplicabilidad en el territorio nacional, etc.). En Enero 2001 nació la organización iiSBE - *International Initiative for a Sustainable Built Environment*, que se encarga de gestionar y desarrollar el proceso GBC.

La primera etapa del proceso GBC, de dos años de duración, contó con la participación de 14 países¹⁴ y culminó en el *GBC '98 Conference*, un evento internacional que tuvo lugar en Vancouver (Canadá, Octubre 1998), donde se estudiaron en profundidad 34 proyectos. El trabajo resultante en una segunda etapa de dos años fue mostrado y revisado en el *International SB 2000 Conference* en Maastricht, Países Bajos (Octubre 2000), donde se estudiaron 36 proyectos. Siguió el SB2002 en Oslo (Noruega), el SB05 en Tokio (2005). Los últimos congresos tuvieron lugar en Melbourne en septiembre de 2008 y en Helsinki en octubre de 2011.

A lo largo del tiempo, se han desarrollado varias versiones de la herramienta GBTOOL, (GBTOOL1.70, GBTOOL1.80, GBTOOL 2000, GBTOOL 2005) testadas en las conferencias Sustainable buildings. En 2007 iiSBE ha reestructurado la herramienta llamándola SBTOOL (Sustainable building tool) para reflejar la inclusión de variables socio-económicas. La versión que se analiza en esta investigación es la 1.80)

1.8.3 Usuario tipo

La herramienta está declaradamente dirigida a la comunidad de investigación sobre sostenibilidad ambiental de los edificios. Los autores definen GBTOOL como “una herramienta pensada para investigadores implicados en el proceso GBC. No ha sido concebido como una aplicación ya disponible al uso más como una base a disposición de los equipos de investigación de cada país participante en el proceso GBC, para que puedan desarrollar una versión adaptada al territorio nacional, incorporando variaciones y aspectos locales (establecidos por expertos), manteniendo la misma metodología, terminología y estructura.”¹⁵

¹⁴ A parte de USA, Canadá y Japón, los países participantes en el primer grupo (14 países en total, de 1996 a 1998) fueron todos europeos: Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Países Bajos, Noruega, Polonia, Suecia, Suiza y Reino Unido. En el SB2000 se añadieron nuevos países: Australia, Chile, Hong Kong, Sud África, España. En SB Oslo 2002 (Noruega), en la tercera fase del proyecto, se añadieron Argentina, Brasil, Grecia, Israel e Italia.

¹⁵ Esta información puede leerse en la introducción de la herramienta GBTOOL

En relación al certificador se afirma que: *“la evaluación tendrá que ser cumplida por personas que hayan revisado toda la información introducida en las anteriores hojas de trabajo y que tengan las capacidades, habilidades necesarias para evaluar varios específicos aspectos del comportamiento del edificio, pero que no sean implicados en su proyecto”*.

Las personas que estudien o utilicen esta herramienta están invitadas a hacer llegar sus comentarios a la organización *GBC* para contribuir a su mejora.

1.8.4 Objeto de estudio

La herramienta GBTOOL puede evaluar edificios nuevos y rehabilitaciones de envergadura. Las tipologías contempladas son edificios de oficinas, edificios residenciales, escuelas y centros de enseñanza. Puede evaluar en fase de proyecto ejecutivo o el edificio construido. Su ámbito de evaluación está constituido por los impactos y las calidades de la habitabilidad propios del ciclo de vida del edificio, y más exactamente con los aspectos implicados en las decisiones de promoción y proyecto. Otros ámbitos, como la planificación previa, las condiciones sociales en las que se realiza la promoción y posterior construcción, o los objetivos de uso del edificio son externos a los objetivos de las herramientas.

1.8.5 Objetivos declarados

El proceso GBC tiene como objetivo desarrollar sistemas de evaluación que tengan en cuenta las diferentes prioridades, tecnologías, tradiciones constructivas y valores culturales que existen en las varias regiones y países.¹⁶ Para utilizar el sistema, los equipos de trabajo de cada nación tienen que ajustar los valores y pesos del sistema, para asegurar resultados coherentes con las condiciones locales.

Los autores declaran: *“¿Porqué hay tanto interés en esta área? La razón principal es que investigadores y gobierno están reconociendo la evaluación ambiental y el sistema de etiquetado como uno de los mejores métodos para impulsar el mercado de la edificación a mejorar el comportamiento ambiental de los edificios. Existe una toma de conciencia de que un acercamiento creciente de la edificación hacia prácticas más responsables con el medioambiente dependerá de los cambios de la demanda del mercado, y que este cambio no se verificará hasta que propietarios e inversores no tengan acceso a un método relativamente simple que les permita identificar cuáles son los edificios con buenos resultados ambientales”*¹⁷.

1.8.6 Áreas de interés

La herramienta GBTOOL está organizada para obtener resultados en siete áreas de interés:

1. Consumo de recursos
2. Impactos
3. Calidad ambiental interior

¹⁶ La adaptabilidad de la herramienta GBTOOL gracias a la asignación de pesos, es su principal novedad respecto las herramientas ya existentes BREEAM y LEED, que aplican el marco Check-list.

¹⁷ www.iisbe.org

4. Calidad del servicio
5. Economía
6. Gestión
7. Transporte

Vote for relative importance of Major Issue Areas		GBC default	Your Team Selection	Your Team selection as percent	According to a decision taken by GBC teams, weights must be assigned for Resource Consumption, Loadings and IEQ, but others are optional. The overall building score is based only on the three core Issue Areas.		
Weighting examples are provided							
R	RESOURCE CONSUMPTION	20	30	20%	Basis for national team Issue weights is regional policy or regulation	At left, specify the basis of your national team weights.	
L	LOADINGS	25	45	25%			
Q	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY	20	25	20%			
S	SERVICE QUALITY		0	15%			
E	ECONOMICS		0	10%	Use GBC defaults for Issue weights	At left, select which issue weights you want to apply to the results; the GBC defaults or your Team selection	
M	PRE-OPERATIONS MANAGEMENT		0	10%			
T	COMMUTING TRANSPORT		0	0%			
Vote for relative importance of Categories within Major Issue Areas		Up to 6 persons can enter points in columns. Only members with expertise appropriate to the subject should vote, so some groupings will have more votes than others. Results are averaged.				For weight of R4, note that the re-used existing structure represents 53.3 percent of the total project gross area.	
Weighting examples are provided (modify them or remove them)							
Adjust weights until red numbers disappear							
R	RESOURCE CONSUMPTION					Relevant information:	
R1	Life-Cycle net primary energy use	20			20	20%	
R2	Use of land and change in quality of land				25	25%	
R3	Net consumption of potable water				20	20%	
R4	Re-use of existing structure or materials				15	15%	
R5	Amount and quality of off-site materials				20	20%	
Green Centre, Prev. Of Elg Town, Any country, Voting for Weights by Teams							
Relevant information:							
L	LOADINGS					Weighings should ideally be based on data that indicates the relative importance of each Category in having an impact on ecological systems or human health and productivity over the life-cycle of the building. Failing this, a subjective assessment by persons having expertise in the area may be used.	
L1	Emission of greenhouse gases	25			25	25%	
L2	Emission of ozone-depleting substances	15			15	15%	
L3	Emission of gases leading to acidification	10			10	10%	
L4	Emissions leading to formation of photo-oxidants	15			15	15%	

Figura 8, hoja VOTE, donde se atribuyen los pesos a *Issues* y *Categories*

Fuente: GBTOOL 1.80, iISBE

1.8.7 Estrategia operativa y estructura

GBTOOL está configurado en un entorno *Excel*, donde los datos introducidos se ponderan según un inventario pretendidamente basado en un ACV – Análisis de Ciclo de Vida.

Los grupos regionales asignan los pesos a *Issues* y *Categories* (Figura 8), los pesos de los *Criteria* están asignados por defecto.

Existen cuatro niveles de parámetros incluidos en el sistema, que, en orden descendiente de generalidad, son: *Issues*, *Categories*, *Criteria*, *Sub-Criteria*.

GBTool está organizado en 15 hojas *Excel*, 13 de las cuales requieren toda la información necesaria para elaborar los resultados relativos a las siete áreas de interés descritas en el párrafo anterior y las últimas dos para presentar los resultados¹⁸:

¹⁸ En el apartado 4.7 se hace notar que introducir la información requerida es poco viable por su gran cantidad y a veces por la dificultad de elaborarla.

- Cinco hojas dedicadas a identificar el contexto geográfico del proyecto:

- Hoja *ID – project identification y CNTXT context*: se introducen datos identificativos del proyecto y sobre el lugar.
- Hoja *VOTE* (Figura 8) – Se asignan los pesos a *Issues y Categories*
- Hoja *ENGEN - Energy Generation and Consumption Report*: se introducen valores sobre las emisiones causadas por la producción local de electricidad (CO₂, SO₂, partículas, etc. emitidas por GJ de energía producida).
- Hoja *BMARK – Benchmarks*: se introducen los datos correspondientes al Benchmark o edificio de referencia que representa la puntuación cero

- Seis hojas donde introducir los datos requeridos: que proporcionan la base de entrada de la información y los datos relevantes en el edificio objeto de evaluación:

- Hoja *AREA - Floor, Wall and Fenestration Areas*: se introduce el área, expresada en m², de suelos, paredes y ventanas.
- Hoja *Architectural Systems* (Figura 9): se describen aspectos arquitectónicos del proyecto como: precedente uso del suelo, huella del edificio, área pavimentada y área libre, consumo de recursos, recuperación de elementos arquitectónicos en caso de rehabilitación, entrada de la luz diurna.

GBC Assessment Requirements				Hypothetical values for a Design are entered. Make sure you enter appropriate ones for your Design!			
Architectural Systems				Version 1.81, 2002.07.23			
Building Name: Green Centre				Note: maph = million annual person-hours of occupancy; kaph = thousand annual person-hours of occupancy			
Version: Rev. 01				The purpose of this worksheet is to provide assessors with sufficient information about the building to allow them to make a meaningful assessment of potential performance.			
City & Country: Big Town, Any country				Enter comments: abc			
				Enter data:			
				Select List:			
Site and Building Development Data				Bmark	Design	Units	Comments
AR1	Name any regulations that were relevant to the environmental performance of the project and how they affected the design.						
AR2	Describe the site being used for the building prior to construction - the previous use, topography, soil type, type, size and number of trees, other vegetation, surface and sub-surface aquifers.						
AR3	Amount of material excavated taken off the site for the new construction	1088	1 200	m ³	Benchmark is maximum volume of material to be removed from the site, as a percent of building sub-grade volume. Design input is actual m ³ .		
AR4	Gross site area	6,000	6,000	m ²	GBTool assumes that site area and the building footprint for Benchmark and Design are the same, but that the Design may have different areas of paved and landscaped areas; also that areas requiring irrigation may differ.		
AR5	Building footprint at grade	2,160	2,160	m ²			
AR6	Site area hard-paved, non-permeable	1,920	490	m ²			
AR7	Site area hard-paved, permeable	960	690	m ²			
AR8	Site area landscaped with species not requiring watering	96	2,360	m ²			
AR9	Site area landscaped with species requiring watering	864	300	m ²			
AR10	Total of building footprint, paved and landscaped areas	6,000	6,000	m ²			
AR11	Net area of land used for building and related purposes	5,040	3,340	m ²	This is the sum of the building footprint and hard-paved areas.		
AR12	Surface reflectance for hard-paved areas	0,3	0,6	number	Applicable of both permeable and non-permeable hard-paved areas		
AR13	Describe the building's potential to interfere with access to daylight of adjacent property. State the worst-case vertical angle measured from the building line on the ground of the nearest adjacent property to the roof line of the Design.	45	30	degrees (0 to 90)			
	Describe the building's worst-case potential to interfere with access to winter sun of adjacent property. Estimate the percent of			% of façade of			

Figura 9, hoja Architectural System

Fuente: GBTOOL 1.80, iisBE

- Hoja TECH - *Technical Systems and Energy Consumption* (Figura 10): se describen los sistemas técnicos del edificio como: sistemas de ventilación, calefacción y refrigeración; CFC y Harón eventualmente utilizados; sistemas HVAC; sistemas eléctricos, de iluminación, acústicos, hidráulicos; consumo de agua; gestión de aguas negras y de lluvia; estimación de consumo energético en fase de uso; *embodied energy* (energía incorporada)¹⁹.

The screenshot shows the GBTool spreadsheet in Microsoft Excel. The title is 'GBC Assessment Requirements' and the subtitle is 'Technical Systems and Energy Consumption'. The building name is 'Green Centre', version 'Rev. 01', and city/country 'Big Town, Any country'. The spreadsheet is divided into sections for 'General description of ventilation, heating and cooling systems' and 'As percent of total area'. The 'As percent of total area' section has columns for 'Bmark', 'Design', and 'Units', and a 'Comments' column. The data rows (T1 to T11) show percentages for different ventilation and cooling systems. For example, T1 shows 0% for both Bmark and Design. T2 shows 100% for Bmark and 70% for Design. T3 shows 100% for both. T4 is 'Not applicable'. T5 shows 100% for both. T6 shows 0% for Bmark and 30% for Design. T7 shows 0% for both. T8 is 'Not applicable'. T9 shows 100,0% for Bmark and 32,5% for Design. T10 shows 0,0% for Bmark and 67,5% for Design. T11 shows NA for Bmark and 60% for Design. The 'Comments' column for T2, T3, T6, and T7 is highlighted in yellow.

	General description of ventilation, heating and cooling systems	As percent of total area			Comments
		Bmark	Design	Units	
T1	Net area with mechanical ventilation and cooling in primary and public areas of Residential occupancy	0%	0%	% area	
T2	Net area with mechanical ventilation and cooling in primary Office occupancy	100%	70%	% area	
T3	Net area with mechanical ventilation and cooling in primary Local Retail occupancy	100%	100%	% area	
T4	Not applicable	0%		% area	
T5	Net area with natural ventilation and cooling in primary and public areas of Residential occupancy	100%	100%	% area	
T6	Net area with natural ventilation and cooling in primary Office occupancy	0%	30%	% area	
T7	Net area with natural ventilation and cooling in primary Local Retail occupancy	0%	0%	% area	
T8	Not applicable	0%	0%	% area	
T9	Total net primary areas mechanically ventilated and cooled	100,0%	32,5%	% area	
T10	Total net primary areas naturally ventilated	0,0%	67,5%	% area	
T11	Area of naturally ventilated zones with cross-ventilation	NA	60%	% natvent area	Cross-ventilation is defined as spaces where windows or other controllable openings are located on opposite sides of the space, or where a ventilation stack provides a vertical exit for ventilation air. For corner locations, windows must be at least 5 m from the corner to meet the definition.

Figura 10, hoja TECH - *Technical Systems and Energy Consumption*

Fuente: GBTOOL 1.80, iiSBE

- Hoja MTRL – *Materials*: se introduce la cantidad de materiales empleados, distingüendo si provienen de estructuras existentes o de estructuras nuevas;
- Hoja OPS – *Building Operations and management*: se describen los tipos de uso del edificio; una previsión de las horas de uso efectivo del edificio por año; el proyecto de la gestión del proceso de construcción y de la gestión de la fase de post-construcción.
- Hoja LCC - *Economics and Life-Cycle Costing*: se describe una estimación aproximativa de los recursos financieros necesarios para la construcción del edificio (coste del suelo y del edificio).

- Una Hoja Principal:

- Hoja ASSESS - *Performance Assessment*: que resume los valores asignados a todas las áreas, categorías, criterios y subcriterios acompañados por sus pesos de ponderación.

¹⁹ Se entiende por *Embodied Energy* la cantidad de energía invertida en un material a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de la materia primera, elaboración, construcción, derribo.

- Una Hoja de Atribución por defecto de los Pesos:

- WEIGHT – *Weight worksheet*: aquí se encuentran por defecto los pesos de *Criteria* y *Subcriteria*

- Dos Hojas donde se muestran los Resultados Finales.

- Hoja RPRT - *Summary Report*: Resumen de resultados expresados en cantidades absolutas (emisiones gas efecto invernadero, agotamiento de ozono, acidificación, foto-oxidantes, eutrofia, consumo de recursos)
- RESULT - *Results worksheet*: Resultados otorgados a cada uno de los siete *Issues*, ponderados por los propios pesos.

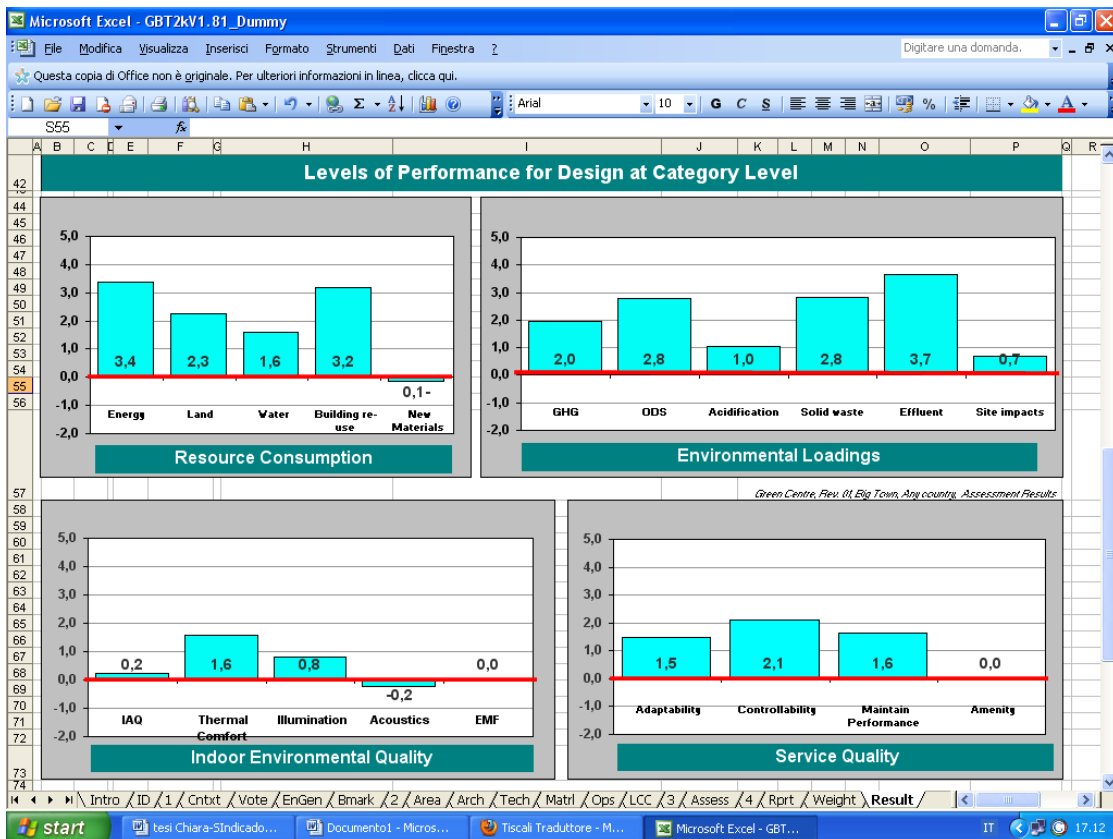


Figura 11, hoja RESULT – Se visualizan los resultados

Fuente: GBTOOL 1.80, iiSBE

1.8.8 Sistema de puntuación, niveles de certificación

GBTOOL evalúa comparando los resultados obtenidos por el edificio en análisis con los resultados obtenidos por el edificio *Benchmark* o edificio de referencia, que representa la evaluación cero²⁰.

Las puntuaciones están asignadas en un rango entre -2 y +5, donde:

- 2 y -1: corresponden a resultados no aceptables.

0: corresponde a lo mínimo aceptable en la región o *Benchmarks*.

3: corresponde a una Buena Practica;

5: corresponde a la Mejor Practica técnicamente alcanzable en la región. Es la puntuación máxima²¹.

1.8.9 Difusión

La herramienta GBTOOL está siendo utilizada como referente para crear una propia herramienta, por los más de 20 países que siguen el proceso GBC - *Green Building Challenge*.

²⁰ Los *Benchmarks* representan los valores mínimos aceptables y reflejan la práctica constructiva común de una región o el cumplimiento de los requerimientos de las normativas. En algunos casos el equipo de trabajo podrá individualarlo en base a la normativa y en base a la industria local. Se comenta más extendidamente sobre *Benchmarks* en el párrafo 3.2.5.

²¹ Se comenta más extendidamente sobre Mínimos y Máximos en el párrafo 3.2.2.

1.9 Herramienta ITACA versión 1.0.

Año 2004

Protocolo para la evaluación de la calidad energética y ambiental de un edificio

<http://www.itaca.org>



1.9.1 Origen y autores

La herramienta ITACA (Protocolo para la evaluación de la calidad energética y ambiental de un edificio) ha sido elaborada en Italia por el *Gruppo di Lavoro Interregionale in materia di Bioedilizia* (grupo de trabajo interregional para la Bioedificación) que hace parte del homónimo *Istituto ITACA - Istituto per l'Innovazione e Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale*²². Esta herramienta se basa en la herramienta GBTOOL (ver apartado 2.5) escogido en 2002 como referencia por *le regioni italiane* (equivalente administrativo de las comunidades autónomas españolas) por su capacidad de adaptarse a sus peculiaridades territoriales, pero conservando la misma estructura.²³

Actualmente, a través de un acuerdo con el *Istituto ITACA*, es iiSBE Italia el órgano de control nacional del *Protocollo ITACA*, cuyas tareas son:

- mantener, poner al día y desarrollar la herramienta de evaluación.
- establecer el contacto con iiSBE internacional para la acreditación del *Protocollo ITACA*;
- dar soporte técnico y científico en las actividades de aplicación de la herramienta de evaluación.

1.9.2 Historia²⁴

Como consecuencia de la rápida difusión que la bioconstrucción estaba consiguiendo en Italia, en 2002 el *Istituto ITACA* decidió impulsar la realización de un protocolo para la evaluación

²² Nacido en el 1996, el *Istituto Itaca* es una asociación entre *le Regioni Italiane* para promover la coordinación técnica entre *le Regioni* y *Province autonome*, cuyos objetivos consisten en promover la transparencia de contratos y subvenciones públicos, definir procesos calificados para la asignación de los contratos públicos y promover en las obras públicas buenas prácticas de calidad urbana y sostenibilidad ambiental. <http://www.itaca.org>.

²³ Esta calidad se ha considerado particularmente importante para Italia por estar caracterizada por perfiles climáticos y prácticas constructivas muy diferentes.

²⁴ Elaborado en base a un texto incluido en la introducción a la herramienta.

energética y ambiental de los edificios. A partir de esa fecha ha operado un equipo de trabajo organizado entre *Regioni* para definir un conjunto de reglas que evidenciaran los elementos necesarios en materia de eco-sostenibilidad.

La primera versión de la herramienta fue operativa a partir de 2004. El desarrollo de la herramienta comenzó basándose en la experiencia de la *Regione Emilia-Romagna* y sucesivamente se ha adoptado el trabajo del equipo de investigación *Environment-Park* (actualmente miembro de iisBE Italia²⁵) para el *Villaggio delle Olimpiadi d'Inverno* del 2006 de la ciudad de Turín.

Después de haber analizado varias herramientas de evaluación de impacto ambiental, el equipo de trabajo decidió escoger como referencia el GBTOOL del Green Building Challenge, por su capacidad de adaptación a regiones geográficas diferentes.

1.9.3 Usuario

Como puede leerse en la introducción de la herramienta *la comprensión de muchos indicadores requieren la competencia de un profesional de la construcción. Por esta razón el certificador tendrá que haber realizado estudios técnicos.* El usuario de la herramienta puede ser un profesional de la construcción que tenga conocimiento de aspectos de la arquitectura ligados a clima, bioarquitectura, etc.

1.9.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la herramienta ITACA es el espacio privado que incluye el edificio y el entorno que le pertenece. ITACA también evalúa factores que no dependen del proyecto, pero que influyen en su impacto futuro, como: escoger una parcela conveniente, las condiciones climáticas, el acceso al transporte público, etc. Su ámbito de evaluación principal está constituido por los impactos y las calidades de la habitabilidad propios del ciclo de vida del edificio, y más exactamente con los aspectos implicados en las decisiones de promoción y proyecto. Las condiciones sociales en las que se realiza la promoción y posterior construcción, o los objetivos de uso del edificio son externos a los objetivos de las herramientas.

1.9.5 Objetivos declarados²⁶

El objetivo declarado es promover la Bioconstrucción. El equipo de trabajo realizador de la herramienta, ha elaborado "*Le dieci regole fondamentali della Biocostruzione*", con la intención de definir "*i limiti e i requisiti necessari affinché i progetti possano essere definiti di Bio-costruzione.*" También evidencia que "*Il territorio regionale italiano ha prerogative climatiche, social ed ambientali e urbanistiche eterogenee, che non permettono l'applicazione in qualsiasi luogo delle stesse regole puntuali.*"

²⁵ <http://www.iisbeitalia.org>

²⁶ Esta información puede encontrarse en la introducción a la herramienta ITACA: <http://www.itaca.org>.

Las diez reglas fundamentales de la Bioconstrucción²⁷

1. Perseguir un desarrollo armonioso y sostenible del territorio, del ambiente urbano y de la edificación;
2. Tutelar la identidad histórica de la ciudad y favorecer el mantenimiento de los caracteres históricos y tipológicos ligados a la tradición en la edificación;
3. Contribuir, con acciones y medidas, al ahorro energético y al uso de fuentes renovables;
4. Construir de manera segura y saludable;
5. Buscar y aplicar tecnologías constructivas sostenibles en los ámbitos ambiental, económico y social;
6. Utilizar materiales de calidad certificada y eco-compatibles;
7. Diseñar soluciones diferenciadas para responder a las diferentes demandas de confort;
8. Garantizar la seguridad del edificio;
9. Aplicar la domótica para el desarrollo de una nueva calidad del habitar;
10. Promover la formación profesional, el proyecto participativo y un proceso de decisión consiente en la actividad edificatoria.

1.9.6 Áreas de interés

Para averiguar la sostenibilidad del edificio en fase de proyecto, construcción y uso de los edificios, el equipo de trabajo ha identificado 7 áreas de interés que se describen a continuación²⁸:

1. Calidad ambiental de los espacios exteriores
2. Consumo de recursos
3. Impactos ambientales
4. Calidad del ambiente interior
5. Calidad del servicio
6. Calidad de la gestión
7. Transportes

²⁷ En relación a las reglas 1, 2, 4, 8, se puede observar que contemplan temas no directamente ligados con la sostenibilidad ambiental de los edificios, donde se busca minimizar el impacto del edificio a causa del empleo de materiales y energía a lo largo de su ciclo de vida.

²⁸ Las áreas de evaluación 1. Calidad ambiental de los espacios exteriores, 4. Calidad del ambiente interior, 5. Calidad del servicio, se ocupan de temas no estrictamente pertinentes con la sostenibilidad ambiental, como está argumentado en el apartado 4.3.

REQUISITO: 1.2.5 - INQUINAMENTO DELLE ACQUE -		
Area di Valutazione: 1-Qualità ambientale esterna	Categoria di requisito: 1.2-Inquinamento locale	
Esigenza: Garantire condizioni di qualità delle acque presenti nell'area superficiali e sotterranee.	Indicatore di prestazione: Presenza/assenza di strategie per limitare l'inquinamento delle acque presenti nelle aree superficiali e sotterranee.	
	Unità di misura:	
<p>Metodo e strumenti di verifica: rispetto alle diverse condizioni presenti nel luogo, possono considerarsi quali metodi e strumenti quelli di seguito riportati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Individuazione della presenza nel sito di eventuali falde sotterranee e analisi dei campioni d'acqua per verifica del rispetto dei valori di concentrazione accettabili (vedi DLgs 152/1999); - Individuazione dei potenziali inquinanti nel dilavamento delle acque pluviali; - Mappatura delle aree ove si concentra l'inquinamento potenziale delle acque superficiali dovute all'uso degli spazi aperti (ad es. strade carrabili e parcheggi); - Previsione di sistemi per lo smaltimento separato di acque potenzialmente inquinati e di sistemi di cattura degli inquinanti. 		
<p>Strategie di riferimento: le strategie attuabili per la verifica del requisito possono considerarsi, principalmente, le seguenti: a) adozione di impianto di smaltimento delle acque superficiali delle aree potenzialmente inquinate autonomo con previsione di pozzetti con filtri di inquinanti (oli, idrocarburi), anche naturali, rimovibili; b) previsione, nel caso in cui la scala dell'intervento lo renda conveniente, di uno spazio per il lavaggio dei veicoli, con il sistema di smaltimento delle acque con sistemi analoghi a quanto sopra previsto; c) installazione di impianto di sub-irrigazione per lo smaltimento delle acque superficiali degli spazi esterni.</p>		
Scala di prestazione:		
<i>Prestazione qualitativa</i>	Punteggio	Punteggio Raggiunto (*)
Assenza di qualsiasi metodo di controllo sullo stato delle acque reflue.	-2	(*)
Predisposizione di sistemi convenzionali di smaltimento delle acque reflue	-1	
	0	
	1	
Attuazione di strategie per impedire che acque potenzialmente inquinate del sito confluiscano senza trattamenti nelle condutture esistenti o nel sottosuolo	2 3	
Attuazione di strategie avanzate per impedire che acque potenzialmente inquinate del sito confluiscano senza trattamenti nelle condutture esistenti o nel sottosuolo.	4 5	
(*) Giustificare il punteggio raggiunto con idonee motivazioni e/o documentazioni da allegare.		
<p>Riferimenti normativi: DM 25 ottobre 1999, n. 471 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del DLgs 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni; DLgs 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".</p>		
Riferimenti tecnici:		

Figura 12, ITACA, ejemplo de indicador

Fuente: Istituto ITACA

1.9.7 Estrategia operativa y estructura

El *protocollo ITACA completo* se compone de 70 requisitos o indicadores. Reconociendo los mismos autores la efectiva complejidad de algunas partes de la herramienta, han elaborado el *Protocollo ITACA simplificate*, una versión simplificada de la herramienta, que incluye sólo *los 28 requisitos considerados fundamentales e indispensables para la realización de intervenciones con mínimas características de ecosostenibilidad, intervenciones aisladas o pequeñas per volumen y dimensiones*".

Los indicadores están organizados en fichas²⁹, en cada una de las cuales aparecen los siguientes apartados:

- *Título*: la definición del requisito y su pertenencia a un área y categoría específica;
- *Exigencia a satisfacer*: explica el objetivo que se persigue;
- *Indicador de prestación*: es el parámetro que define sintéticamente el requisito;
- *Unidad de medida*: es la unidad de medida que se introduce si el indicador es cuantitativo;
- *Método e instrumento de verificación*: explica la metodología a seguir para realizar la evaluación;
- *Estrategia de referencia*: sugiere, de manera sintética, acciones correctivas;
- *Escala de evaluación*: corresponde al sistema de asignación de la puntuación. Tiene dos modalidades posibles: de carácter cualitativo o cuantitativo (sobre estas últimas declaran que están inspiradas por los métodos de certificación existentes).
- *Referencias normativas, referencias técnicas*: Explica cuáles son las normativas de referencia (normativa UNI, EN etc.).

El análisis se desarrolla en 3 etapas:

1. Análisis del lugar

Para la primera fase del proceso de evaluación se requiere un análisis de las características del lugar, que no se determina con indicadores sino a través del conocimiento directo del lugar, el estudio de la planificación urbanística, de datos sobre la red servicios, etc.

2. Atribución de la puntuación por cada indicador

En la segunda fase del proceso se atribuye una puntuación a cada indicador. Los datos introducidos tienen que ser acompañados de documentos de justificación.

3. Multiplicación por el peso correspondiente y suma final

Para obtener el resultado final, se pondera la puntuación de cada indicador multiplicándola por el peso correspondiente. Luego, por cada área de interés se suman los resultados ponderados de sus indicadores. Finalmente, el resultado obtenido por cada área de interés (por ejemplo, la nota obtenida en Consumo de recursos) viene multiplicada por el peso correspondiente (por ejemplo 0,20). Sumando todos los resultados se obtiene el resultado final.

Atribución de pesos

En el protocolo ITACA corresponde a las administraciones locales atribuir los pesos por los cuales se multiplica la evaluación obtenida en cada requisito y área de evaluación para obtener

²⁹ La descripción de los requisitos a través de fichas que repiten el mismo esquema, permite al usuario manejar con más facilidad la información.

el resultado final³⁰. El grupo de trabajo ITACA establece reglas para la importante operación de atribuir pesos, remarcando que los pesos reflejan la importancia que tiene cada requisito para la realidad local.

2 - CONSUMO DI RISORSE				Voto	Peso %	Voto P.
2.1 Consumi energetici				0	30	0
	Voto	Peso %	Voto P.			
2.1.1 Isolamento termico	0	20	0			
2.1.2 Sistemi solari passivi	0	20	0			
2.1.3 Produzione acqua sanitaria	0	20	0			
2.1.4 Energia elettrica (fonti non rinnovabili)	0	20	0			
2.1.5 Energia inglobata	0	20	0			
		100				
2.2 Consumo di terreno e impatto sulla qualità ecologica				0	20	0
	Voto	Peso %	Voto P.			
2.2.1 Superficie di terreno utilizzata	0	40	0			
2.2.2 Variazione del valore ecologico del sito	0	60	0			
		100				
2.3 Consumo netto di acqua potabile				0	20	0
	Voto	Peso %	Voto P.			
2.3.1 Consumo netto di acqua potabile	0	100	0			
2.4 Consumo materiali				0	30	0
	Voto	Peso %	Voto P.			
2.4.1 Riutilizzo di strutture esistenti	0	20	0			
2.4.2 Riutilizzo di materiali presenti sul sito	0	25	0			
2.4.3. Utilizzo di materiali locali-regionali	0	25	0			
2.4.4 Uso di materiali di recupero di provenienza esterna al	0	15	0			
2.4.5 Riciclabilità dei materiali	0	15	0			
2.4.6 Ecolabeling	0	0	0			
		100				
PUNTEGGIO COMPLESSIVO						0,00

Fuente: Istituto ITACA

1.9.8 Sistema de puntuación, niveles de certificación

La puntuación se asigna en un rango entre -2 y +5³¹:

-2. Representa una prestación muy inferior al estándar industrial y a la práctica aceptada.

³⁰ En la herramienta ITACA los pesos se tienen que atribuir a cada indicador y a cada área de evaluación, en la herramienta CASBEE sólo en las áreas de evaluación.

³¹Nunca podrá atribuirse a un área de evaluación un valor negativo, para evitar una mala calidad de los edificios. Para obtener la certificación, se aconseja determinar que ninguna puntuación obtenida resulte por debajo de un valor predefinido (por ejemplo el valor 1).

- 1. Representa una prestación inferior al estándar industrial y a la práctica aceptada.
- 0. Es el *Benchmark*, la prestación mínima aceptable definida por ley o por la reglamentación vigente en la región. En el caso en que no existan reglamentaciones de referencia, representa la práctica comúnmente utilizada en el territorio.
- 1. Representa una pequeña mejora de la prestación respecto a la reglamentación vigente en la región y a la práctica común;
- 2. Representa una moderada mejora de la prestación respecto a la reglamentación vigente en la región y a la práctica común;
- 3. Representa una significativa mejora de la prestación respecto a la reglamentación vigente en la región y a la práctica común. Puede considerarse como la mejor práctica corriente;
- 4. Representa un moderado incremento respecto a la mejor práctica corriente;
- 5. Representa una prestación considerablemente avanzada respecto a la práctica corriente, de carácter experimental y dotada de prerrogativas de carácter científico.

1.9.9 Difusión³²

Las primeras administraciones que han adoptado el *Protocollo ITACA* han sido la *regione Piemonte* y la *Provincia autónoma di Trento*.

- La *regione Piemonte* (D.D. 19 de junio del 2007, n. 164) ha adecuado y reducido el ITACA para evaluar los edificios escolares llamándolo *Protocolo para la evaluación del nivel de sostenibilidad ambiental de edificios escolares* elaborado por el *Órgano Nacional de control del Protocolo ITACA* (iisBE Italia).
- La *Provincia autónoma di Trento* ha adoptado a principios del 2004 el "Protocollo ITACA SINTETICO TN1" para la evaluación de la calidad energética y ambiental de los edificios" formado por 15 indicadores.

Actualmente varias regiones han adoptado el *Protocollo ITACA* como herramienta de soporte para sus políticas regionales. Se suman varios centenares de edificios certificados. Existen versiones regionales de ITACA como:

- herramienta de evaluación de referencia para el *Piano Casa* de la *Regione Piemonte* e de la *Regione Marche*;
- herramienta de referencia para la evaluación de la sostenibilidad ambiental de la *Regione Toscana, Friuli Venezia Giulia, Basilicata*;
- herramienta de referencia para los incentivos económicos de los edificios bioclimáticos de la *Regione Lombardia*;
- herramienta de certificación ambiental de la *Regione Marche*;
- ha sido aplicado en varias iniciativas de promoción de la edificación sostenible por numerosas otras regiones.
- Existen versiones locales de ITACA en *Regione Liguria, Regione Toscana, Regione Lazio, Regione Puglia*

³² Extraído de la pagina Web <http://www.iisbeitalia.org>

- Versiones desarrolladas a partir del Protocollo ITACA se han elaborado en la *Regione Umbria* (VSA), *Friuli* (VEA) y *Veneto* (Biover).

Edificio certificado ITACA: POLO DELLA LUCE I GUZZINI

RECANATI – ITALIA

PUNTUACIÓN COSEGUIDA: 3,5

SUPERFICIE: 6000 MQ



1.10 Herramienta LEED versión 2.0

Año 2001

Leadership in Energy and Environmental Design

www.usgbc.org/leed/



1.10.1 Origen y autores³³

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*, creado por el *USGBC - Green Building Council* de los Estados Unidos³⁴, es un método de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios (*Green Building Rating System*), que certifica el rendimiento medioambiental global de los edificios a lo largo de todo el ciclo de vida. Finalizado el proceso se puede obtener una certificación de la evaluación obtenida. Ha sido pensado para evaluar edificios nuevos y edificios existentes, comercios, instituciones y viviendas.

Se ha desarrollado con un proceso basado en el amplio consenso incluyendo organizaciones *no-profit*, gobierno, arquitectos, ingenieros, constructores, propietarios, ambientalistas, industria de la construcción y otras industrias (a su creación han contribuido finalmente más de 200 voluntarios distribuidos en 20 comisiones y tres docenas de equipos profesionales). Los indicadores están desarrollados por pequeños grupos de trabajo que tienen que obtener consenso punto por punto, incluyendo las acciones correctivas propuestas y los estándares industriales.

El USGBC ha elaborado LEED basándose en las normativas ya existentes para edificios ecológicos en Gran Bretaña y Canadá.

1.10.2 Historia

El desarrollo de LEED empezó en el 1994 en los Estados Unidos de América, impulsado por Robert K. Watson del Natural Resources Defence Council (*NRDC*). Activo desde el 1998, LEED ha estudiado más de 14.000 proyectos en USA y hasta 30 países diferentes, cubriendo 99 km² de superficie de construcción.

³³ Esta información puede encontrarse en la introducción a la herramienta LEED y en la página web www.usgbc.org.

³⁴ U.S. Green Building Council (USGBC): organización no-profit ubicada en Washington, D.C. Su misión declarada es la transformación del mercado a través del *LEED green building certification program*. A parte de la herramienta LEED, elabora oferta educacional, organiza una red nacional de capítulos y afiliados, organiza las conferencias anuales *Greenbuild International Conference & Expo*, defiende políticamente la edificación sostenible.

Del primer grupo de trabajo, en 1994, que sólo podía contar con seis voluntarios, se ha pasado en la actualidad a 20 comités con 200 voluntarios y un equipo de 150 profesionales. Los criterios técnicos propuestos por los grupos de trabajo voluntarios están revisados públicamente, en un proceso abierto, para obtener la aprobación de los más que 20.000 miembros del USGBC.

La primera versión del 1998, LEED 1.0, tuvo valor de experimentación. Luego, ha evolucionando progresivamente hasta llegar a las versiones LEED 2.0 (año 2000, que es la versión analizada en esta investigación) LEED 2.1 (año 2002), LEED 2.2 (año 2005). A partir de mayo 2009 está a disposición la nueva versión, LEED 2009, donde se ha realizado un reajuste en la distribución de Créditos, y todo el proceso de certificación está informatizado y gestionado por la organización *GBCI - Green Building Certification Institute*³⁵.

1.10.3 Usuario tipo



Como puede leerse en la web oficial, LEED está pensado para todas las categorías de profesionales de la construcción: Arquitectos, Gestores, Ingenieros, Interioristas, Paisajistas, Constructores, Administraciones Publicas, Propietarios, etc.

Para poder ser certificador LEED (LEED *Accredited Professional* - AP) es necesario superar un examen para demostrar el nivel de conocimiento sobre edificación sostenible, la herramienta LEED y el proceso de certificación. El proceso de acreditación de certificadores está gestionado por el *Green Building Certification Institute* (GBCI), que establece con el suporto de USGBC sus objetivos y organización.



³⁵ <http://www.gbci.org>

1.10.4 Objeto de estudio

A parte de tener en cuenta los impactos provocados por el edificio en la totalidad de su ciclo de vida, LEED NC suma también los impactos provocados por la ubicación de la parcela, si está dentro de una urbanización o alejado de esta, si tiene fácil alcance a medios de transporte públicos. Su ámbito de evaluación está constituido por los impactos y las calidades de la habitabilidad propios del ciclo de vida del edificio, y más exactamente con los aspectos implicados en las decisiones de promoción y proyecto. Las condiciones sociales en las que se realiza la promoción y posterior construcción, o los objetivos de uso del edificio son externas a los objetivos de las herramientas.

1.10.5 Objetivos declarados³⁶

El USGBC afirma que LEED ha sido creado con los siguientes objetivos:

- Definir qué es un “green building”, estableciendo estándares de medición;
- Promover la difusión de un proceso de proyecto integrado, global;
- Impulsar la importancia del factor ambiental en la industria de la construcción;
- Incentivar la competitividad para obtener edificios ambientalmente más respetuosos;
- Incentivar la conciencia sobre los beneficios de los edificios verdes;
- Transformar el mercado de la edificación;

1.10.6 Áreas de interés

Los autores de LEED identifican la eficiencia ambiental en cinco áreas de salud humana y ambiental, más una que quiere promover la innovación:

- **Ubicación sostenible:** se refiere al tamaño, situación geográfica y otros factores de influencia del edificio sobre su entorno. Dispone de 14 puntos para adjudicar en este apartado.
- **Energía y atmósfera:** se refiere a instalación, control y monitoreo de los sistemas de calefacción y refrigeración, iluminación y otros equipos al igual que el uso de energía renovable. Es la sección con más detalle. Tiene 17 puntos disponibles.
- **Eficiencia en el uso del agua** premia el uso frugal del agua en interiores y exteriores. Fomenta la reducción del consumo del agua, optimización de las redes y aprovechamiento de las aguas pluviales. Dispone de 5 puntos.
- **Materiales y recursos:** remarca las estrategias medioambientales para el uso de materiales locales, renovables y reciclables, reduciendo el uso y alentando el reciclaje. Puede adjudicar hasta 13 puntos.
- **Calidad medioambiental interior:** se centra en la reducción en interiores de gases que puedan ser peligrosos para la salud y la incorporación de luz solar y aire fresco. Tiene 15 puntos disponibles.

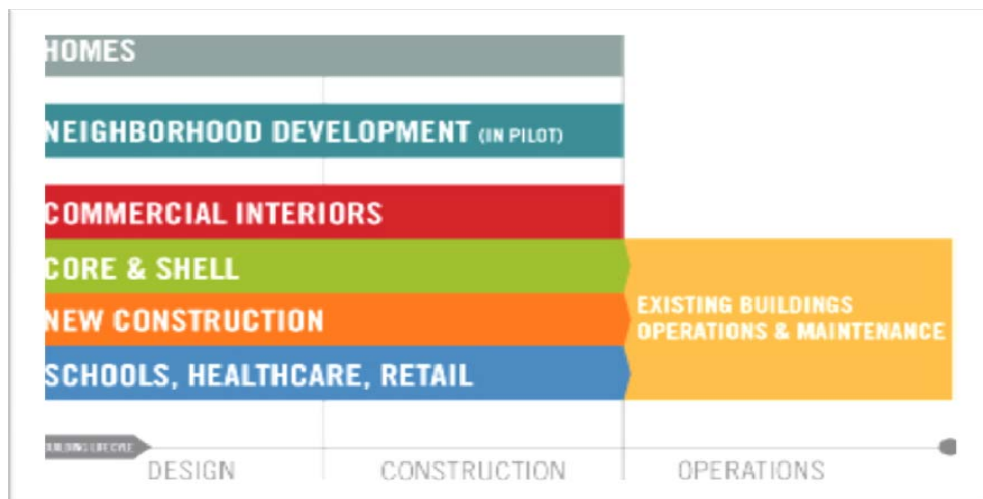
³⁶ <http://www.usgbc.org>

- **Innovación y proceso de diseño:** se pueden ganar hasta 5 puntos por rendimiento ejemplar en alguna categoría o alguna técnica novedosa y eficaz.

1.10.7 Estrategia operativa y estructura

En la Web de LEED España se puede leer que el sistema original era aplicable solamente para construcciones nuevas y para las tipologías torres comerciales y despachos. Pero con el tiempo el sistema creció tanto en popularidad y uso que se crearon nuevas aplicaciones. Actualmente (2012) existen estas versiones de LEED³⁷:

- *LEED for New Construction:* para edificios nuevos,
- *LEED for Existing Buildings, Operations & Maintenance:* edificios ya construidos (que se concentran en eficiencia energética, mantenimiento y funcionamiento no tóxico)
- *LEED for Commercial Interiors:* interiores comerciales (puertas y paredes, iluminación y sistema hidráulico),
- *LEED for Core and Shell:* núcleo y envolvente (muros exteriores y ventanas, sistema eléctrico y fontanería),
- *LEED for Homes:* viviendas unifamiliares (solo para edificios nuevos, está en fase piloto)
- *LEED for Neighborhood Development:* desarrollo de urbanizaciones.
- *LEED for Schools:* para escuelas
- *LEED for Retail:* consiste en un híbrido entre dos versiones: construcción e interiorismo de edificios comerciales
- *LEED for Healthcare:* para hospitales y otros edificios con uso similar



³⁷ LEED ha realizado varias versiones para adaptarse a varias tipologías edificatorias, pero tiene un sistema para adaptarse a realidades geográficas y climáticas diferentes (como el sistema de pesos de GBTOOL, CASBEE e ITACA)

Renewable Energy

1-3 Points

SS	WE	EA	MR	EQ	ID
Credit 2					

Intent
Encourage and recognize increasing levels of self-supply through renewable technologies to reduce environmental impacts associated with fossil fuel energy use.

Requirements & Submittals
Supply a net fraction of the building's total energy use (as expressed as a fraction of annual energy cost) through the use of on-site renewable energy systems.

% Total Energy Load Cost in Renewables	Points
5%	1
10%	2
20%	3

Credit 2.1 (1 point): Renewable energy, 5% contribution

- Provide drawings, cut sheets, & specifications highlighting on-site renewable energy systems installed in the building.
- Provide calculations showing that 5% of total energy costs are supplied by on-site renewable energy systems.

OR,

Credit 2.2 (2 points): Renewable energy, 10% contribution

- Provide drawings, cut sheets, & specifications highlighting on-site renewable energy systems installed in the building.
- Provide calculations showing that 10% of total energy costs are supplied by on-site renewable energy systems.

OR,

Credit 2.3 (3 points): Renewable energy, 20% contribution

- Provide drawings, cut sheets, & specifications highlighting on-site renewable energy systems installed in the building.
- Provide calculations showing that 20% of total energy costs are supplied by on-site renewable energy systems.

Summary of Referenced Standard
ASHRAE/IESNA 90.1 – 1999: Energy Standard For Buildings Except Low-Rise Residential
ASHRAE: (800) 527-4723, www.ashrae.org

On site renewable or site recovered energy that might be used to capture EA Credit 2 is handled as a special case in the modeling process. If either renewable or recovered energy is produced at the site, the ECB Method considers it free energy and it is not included in the Design Energy Cost. See the Calculation section for details.

LEED® Reference Guide 2.0
135

Figura 14, LEED, como se presenta un indicador

Fuente: US Green Building Council

1.10.8 Sistema de puntuación, niveles de certificación

Las varias versiones de LEED tienen diferentes sistemas de puntuación basados en una serie de prerequisites y créditos en las 6 categorías principales. En la versión objeto de estudio, *LEED for new construction and major renovations version 2.0*, están disponibles como máximo 69 puntos. Los niveles de certificación son:

Certified: 26-32 puntos

Silver: 33-38 puntos

Gold: 39-51 puntos

Platinum: 52-69 puntos

Fuente: U.S. Green Building Council



LEED está organizado como *checklist* (una lista de elementos que tienen que ser controlados o consultados)³⁸, donde varios indicadores toman en cuenta varios aspectos medioambientales ordenados en las 6 categorías anteriormente explicadas. Cada indicador está acompañado por la descripción de un edificio como buena práctica³⁹. A cada indicador corresponde un número determinado de créditos, que se obtienen cuando se cumple con los criterios. Al final de la evaluación se suma el total de los créditos obtenidos y así se puede determinar el nivel de certificación.

La certificación está concedida exclusivamente por el certificador del *Green Building Council* responsable de la distribución del sistema LEED adoptado para el proyecto. Para obtenerla se tendrán que examinar una serie de documentos requeridos.

Recientemente, el proceso para la certificación de edificios nuevos se ha agilizado electrónicamente, a través de una serie de PDF activos que automatizan la introducción de la documentación y gestionados por el *Green Building Certification Institute* GBCI.

1.10.9 Difusión

LEED, en los Estados Unidos, donde su uso sigue siendo voluntario, es el punto de referencia universalmente aceptado para el proyecto, la construcción y el uso de edificios ecológicos eficientes. En muchos casos ha sido adoptado por la administración pública. Se está aplicando en países como Canadá, Brasil, México e India. El USGBC afirma, en la página Web oficial, que actualmente LEED es el sistema más usado en el mundo para la calificación de edificios ecológicos.

³⁸ El sistema *checklist* resulta muy simple de utilizar y muy transparente, como se comenta en el párrafo 3.5.4. de esta misma investigación.

³⁹ Como explicado en el párrafo 3.5.2, la presencia de buenas prácticas ayuda la comprensión del indicador y puede ser fuente de inspiración para emprender acciones correctivas.

Edificios certificados LEED

USGBC PROJECT PROFILE

VISTA DUNES
LA QUINTA, CALIFORNIA

70% of anticipated electricity use provided by photovoltaics

87% of construction waste diverted from landfill

25-30% indoor water conservation comparable conventional homes

LEED® Facts
Vista Dunes
La Quinta, California

LEED for New Construction
Certification awarded July 30, 2008

Platinum	88*
Sustainable Sites	11/21
Water Efficiency	6/15
Energy & Atmosphere	14/28
Materials & Resources	14/14
Indoor Environmental Quality	14/28
Locations & Logistics	9/18
Accession & Education	3/7
Innovation & Design	8/9

*Out of a possible 100 points

PROJECT PROFILE

ROSA PARKS
ELEMENTARY SCHOOL
PORTLAND, OREGON

24% reduction in energy use

31% of building materials manufactured regionally

97% of construction waste diverted from the landfill

LEED® Facts
Rosa Parks Elementary School
Portland, Oregon

LEED for New Construction
Certification awarded August 26, 2007

Gold	42*
Sustainable Sites	13/14
Water Efficiency	3/5
Energy & Atmosphere	6/17
Materials & Resources	6/13
Indoor Environmental Quality	12/15
Innovation & Design	5/5

*Out of a possible 60 points

USGBC PROJECT PROFILE

CHIPOTLE MEXICAN GRILL
GURNEE MILLS, IL

33% energy savings

43% water savings

86% of construction waste diverted from the landfill

LEED® Facts
Chipotle Mexican Grill
Gurnee Mills, IL

LEED for Retail, New Construction
Certification awarded May 18, 2009

Platinum	53*
Sustainable Sites	10/18
Water Efficiency	4/5
Energy & Atmosphere	13/17
Materials & Resources	7/13
Indoor Environmental Quality	14/15
Innovation & Design	5/5

*Out of a possible 71 points

USGBC PROJECT PROFILE

ONE BOSTON PLACE
BOSTON, MA

Water savings: **12** million gallons per year

12% less electricity use

70% of waste diverted from the landfill

LEED® Facts
One Boston Place
Boston, MA

LEED for Existing Buildings, Operations & Maintenance
Certification awarded November 11, 2009

Gold	54*
Sustainable Sites	4/17
Water Efficiency	5/10
Energy & Atmosphere	15/20
Materials & Resources	7/14
Indoor Environmental Quality	12/18
Innovation & Design	3/7

*Out of a possible 62 points

2. Teoría de los Indicadores



Como puede leerse en la normativa ISO/CD 21929 SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN – INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD: "El riesgo principal para los indicadores es una simplificación excesiva y la pérdida de información importante." Como también hace entender la viñeta, los indicadores pueden ser interpretados de varias maneras, siempre hay una subjetividad detrás.

2. Teoría de los Indicadores

Los indicadores a menudo están mal escogidos, la elaboración y uso de los indicadores es un proceso lleno de trampas, (...) pero tampoco es posible moverse sin ellos porque los sistemas son demasiado complejos para gestionar toda la información.

Donella Meadows

Los indicadores no garantizan los resultados. Pero los resultados son imposibles sin indicadores adecuados. Y los indicadores adecuados, en sí, pueden producir resultados.

Donella Meadows

En este capítulo se busca información disponible sobre la teoría de los indicadores, con el objetivo de entender más en profundidad las herramientas de evaluación de la sostenibilidad, que esencialmente son sistemas de indicadores.

Se empieza por definir que es un indicador, que es un sistema de indicadores y cuál es su utilidad. Aclarado esto, se recogen una serie de recomendaciones directas a los expertos que desarrollan indicadores y sistemas de indicadores. Estas recomendaciones, base inspiradora para formular los criterios y subcriterios del el capítulo 3, han sido establecidas por entidades de prestigio como el Ministerio de Medioambiente, la OECD – *Organisation for Economic Cooperation and Development*, el Programa 21 de la ONU, El Balaton Group (*International network of researchers and practitioners in fields related to systems and sustainability*, fundado en 1982 por Dennis y Donella Meadows, coautores del importante texto “Los límites del desarrollo”)



Ministerio de Medioambiente



The Balaton Group

A global network for collaboration on systems and sustainability—founded in 1982

2.1. Qué es un Indicador

“El indicador es el valor observado representativo de un fenómeno a estudiar. Los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de diferentes datos, dando lugar a información sintetizada. Los indicadores simplifican la información, ayudando a describir y valorar fenómenos más complejos” Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA)

Coherentemente con varias definiciones encontradas, entendemos que los indicadores están constituidos por mediciones, cifras u otras medidas, parámetros, detalles de un fenómeno que permiten visualizar la condición de todo un fenómeno. Ofrecen información mayor que el dato en sí mismo, transformando esta información en números.

Definiciones de indicadores
De acuerdo con la terminología OECD ⁴⁰ (<i>Organization for Economic Co-operation and development</i>) un indicador es un parámetro, o un valor derivado de un parámetro, que da información, describe el estado de un fenómeno, del medioambiente o de un área, con un significado que va más allá de aquel directamente asociado al valor del parámetro. Un parámetro se define como una propiedad medida u observada. Un índice es definido como un grupo de parámetros o indicadores agregados.
Por Castro Bonaño ⁴¹ , un indicador es un signo, un síntoma de un fenómeno que permite visualizar la condición de todo un sistema. Es la medición de una parte observable de un fenómeno (CO ²) que permite valorar otra porción observable de este fenómeno (sobrecalentamiento del planeta). Es un fenómeno aislado dentro de un sistema que se toma como referencia para describir el estado de todo el sistema. Ofrece información mayor que el dato en sí mismo, permitiendo un conocimiento más amplio de la realidad que queremos analizar.
Para Bossel ⁴² , un indicador es una manera de medir, señalar, apuntar con mayor o menor exactitud.

Los indicadores de sostenibilidad proporcionan información sobre un fenómeno complejo como el impacto ambiental, a través de sus efectos o desde sus causas, simplificándolo en una forma que es relativamente fácil de usar y entender. Los indicadores también ayudan con la presentación de la información a los no expertos o a quien necesita información rápida en forma de resumen.

Intuitivamente cada día utilizamos indicadores para controlar los sistemas que nos rodean porque existe un límite al grado de complejidad que podemos comprender y procesar. Por

⁴⁰ OECD, “core set of indicators for environmental performance review”, 1996

⁴¹ Castro Bonaño J.Marcos, Salvo Tierra Enrique, *Bases para un sistema de indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía – Experiencias internacionales en la medición de la sostenibilidad en las ciudades*, Consejería de Medio Ambiente – Junta de Andalucía, Agosto 2001.

⁴² Bossel Hartmut, *Indicators for sustainable development: Theory, Method, Applications - a report to the Balaton group*, IISD-International Institute for Sustainable Development

ejemplo: la temperatura corpórea (un número) para determinar el estado de salud; las notas (números) para expresar el nivel de aprendizaje de los alumnos; el ruido producido por el motor en marcha (percepción subjetiva) para captar eventuales problemas, etc. Los economistas utilizan indicadores como el coste de la vida, la tasa de ocupación, el *Nikkei*, el *Dow Jones index* y el más famoso y criticado de los indicadores económicos: el Producto Interior Bruto (PIB).

Los indicadores son una parte necesaria del flujo de información que utilizamos para hacer comprensible lo que *nos rodea*. Es importante comprender las relaciones esenciales para la viabilidad de un sistema. Para hacerlo es necesario un proceso de agregación y condensación de la información disponible y la eventual búsqueda de la información necesaria que falte.

En un estudio de la científica Donella Meadows⁴³ (conocida como co-autora del influyente libro "Los límites del crecimiento") conjuntamente al Balaton Group⁴⁴ sobre indicadores de sostenibilidad, se profundiza sobre la subjetividad que hay detrás de cada indicador: "Los indicadores nacen de valores personales, miden lo que se considera importante, nunca son completamente objetivos. (...) Para contextos diferentes son necesarios indicadores diferentes. Los científicos que ven el mundo como un flujo de energía utilizan indicadores diferentes de los economistas que ven el mundo como un flujo de dinero. Son los puntos de vista personales que definen lo que es importante, que se puede pretender, que objetivos son viables, que se puede y se tiene que medir. Es necesario ser conscientes de la ambigüedad inherente en la elección y creación de indicadores y de que los mismos indicadores pueden constituir herramientas para expandir, corregir e integrar puntos de vista diferentes."⁴⁵

La misma autora afirma que: "No es necesario que los indicadores sean totalmente objetivos (efectivamente solo unos pocos lo son). Los indicadores objetivos son medidos por una persona y pueden ser verificados por otra. Se pueden expresar con números. Los indicadores subjetivos están medidos por un individuo, con medios difíciles de explicar, con unidades no numéricas. Los objetivos miden principalmente cantidades, los subjetivos, calidades. Existen temas importantes que tratan la calidad y que dependen por información subjetiva. (...) Todos los indicadores son subjetivos. Los indicadores se escogen subjetivamente, basándose en valores personales. Los seleccionamos porque dicen cosas importantes en relación a nuestra escala de valores. Si nos dejamos guiar solo por indicadores de cantidad y no de calidad, produciremos una realidad de cantidades sin calidad con el peligro de originar muchos problemas."

⁴³ Meadows Donella, *Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group*, *The sustainability Institute*, Septiembre del 1999.

⁴⁴ The International Network of Resource Information Centres (La Red Internacional de Centros de Recursos de la Información), más conocido como "The Balaton Group", es una red internacional de investigadores y profesionales en campos relacionados con los sistemas y la sostenibilidad. Fundada en 1982 por Dennis Meadows y Donella Meadows, co-autores del libro "Los límites del crecimiento", el Grupo Balaton es inter-disciplinario y multi-cultural, y punto de encuentro entre generaciones de líderes y pensadores sobre desarrollo sostenible.

⁴⁵ Este concepto de que el mismo indicador puede ser herramienta para sugerir acciones correctivas ha sido inspiración para dar forma al criterio *Capacidad de Guiar hacia la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio*, apartado 3.5.

2.2. El origen de los Indicadores de Sostenibilidad

Para Castro-Bonaño⁴⁶, para documentar el origen de los indicadores medioambientales, es necesario resalir a la experiencia de los indicadores sociales, cuyas primeras contribuciones son atribuibles a la *Escuela Sociológica de Chicago* de los años '30 (a veces descrita como la *Escuela Ecológica*) en el marco de la *Ecología Humana*.⁴⁷

En los años '60 nace, con un gran desarrollo en los '70, el "movimiento moderno" de los indicadores sociales cuyo objetivo era tener a disposición mejor y mayor información sobre aspectos cualitativos y sociales. Se verifica un rechazo a la medición del bienestar social basada solo en indicadores estrictamente económicos y monetarios, descuidando factores importantes de la relación entre coste y bienestar social. Se toma en cuenta más y mejor información sobre aspectos cualitativos y sociales para la toma de decisiones.

En los años '70 se producen importantes pasos en adelante en el desarrollo de los indicadores ambientales urbanos, que representan una evolución respecto los indicadores sociales tomándose en cuenta no solo los aspectos sociales y distributivos, más también nuevos conceptos como:

- la igualdad entre generaciones;
- la capacidad de carga del ecosistema;
- la generación de efectos externos negativos (sobrecalentamiento del planeta, agujero en la capa de ozono);
- el crecimiento descontrolado de la huella ecológica del asentamiento.

Un informe de la OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) del 1997⁴⁸, afirma con claridad la necesidad de que los indicadores sean cercanos y útiles para tomar decisiones y monitorear el desarrollo urbano, más que para análisis científicos.

Esta observación de que las herramientas ayuden en la toma de decisiones, ha sido punto de partida para desarrollar el Criterio *Capacidad de Guiar hacia la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio*, apartado 3.5.

2.3. Utilidad de los Indicadores

¿Por qué necesitamos indicadores? Porque realizan un modelo de un sistema complejo. Con una información reducida, emblemática y fácilmente comprensible, ayudan a entender todo un fenómeno, facilitan su comprensión para captar sus conexiones esenciales, y pueden sugerir las acciones correctivas para dirigir el sistema hacia la sostenibilidad. Para evolucionar es necesaria información.

⁴⁶ Castro Bonaño J.Marcos, Salvo Tierra Enrique, obra citada.

⁴⁷ *Escuela Sociológica de Chicago*. Su objeto de investigación era el entorno urbano, donde se combinaba teoría y estudio de campo para crear modelos que describieran la estructura urbana y los efectos sociales de los mecanismos de mercado, la competencia de uso y los precios del suelo. La medición del bienestar estaba basada en indicadores estrictamente económicos y monetarios.

⁴⁸ OECD, Better understanding our cities – the role of urban indicators, 1997

La normativa técnica ISO/TS 21929-1:2006⁴⁹ (mira párrafo 1.6.1.1) afirma que los indicadores son la respuesta a la necesidad de mayor información y a la necesidad de que esta información sea ágilmente comprensible. Resume sus utilidades en:

- 1 - **Simplificar** – Los indicadores representan empíricamente la realidad, reduciendo el número de componentes;
- 2 - **Cuantificar** – Los indicadores miden cuantitativamente el fenómeno que observan;
- 3 - **Comunicar** – Los indicadores transmiten información.

Las directivas elaboradas por las Naciones Unidas en su Programa 21⁵⁰, explican conceptos parecidos. Los indicadores:

- a) Explican como la sostenibilidad puede traducirse en gestos concretos;
- b) Educan sobre cuáles son las acciones importantes;
- c) Ofrecen un punto de vista objetivo, medible, del peso de estas acciones;
- d) Motivan a la acción sostenible con espíritu de competición.

Podemos leer en el capítulo 40 (Información para la adopción de decisiones) del Programa 21 de las Naciones Unidas⁵¹ “*Se tienen que utilizar indicadores de desarrollo sostenible para ofrecer una base sólida al proceso de toma de decisión en todos los niveles (información), y contribuir a la sostenibilidad autorregulada de los sistemas que integran el desarrollo y el medio ambiente (promover una respuesta a la problemática que los indicadores ponen en evidencia).*”

Estos puntos han sido referencia importante en la elaboración de los Criterios cuya explicación puede encontrarse en el Capítulo 3, especialmente:

- El punto 1 de la normativa técnica ISO/TS 21929-1:2006 ha sido inspiración para el criterio Modelización: “los indicadores informan sobre la realidad de manera simplificada”.
- El punto 3 de la normativa técnica ISO/TS 21929-1:2006 y los puntos a) y b) del Programa 21, han sido inspiración para el criterio Capacidad de Guiar, apartado 3.5: “a) - Los indicadores explican como la sostenibilidad puede traducirse en gestos concretos; b) - Educan sobre cuáles son las acciones importantes”. Mientras en fases anteriores se recalca mucho sobre la capacidad de un sistema de indicadores de describir un sistema, alrededor de los años '90 la misma OECD y otras entidades han empezado a recalcar su capacidad de sugerir soluciones.
- El punto 2 de la ISO/TS 21929-1:2006 y el punto c) del Programa 21 “c) Los indicadores ofrecen un punto de vista objetivo, medible, del peso de estas acciones”, han sido inspiración para el criterio Representatividad, apartado 3.2.

⁴⁹ ISO/TS 21929-1:2006 - *Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework for development of indicators for buildings*

⁵⁰ Programa 21 (mejor conocido como Agenda 21), es un plan detallado de las Naciones Unidas (ONU) de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local por entidades de la ONU, por los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las que ocurran impactos humanos sobre el medio ambiente.

⁵¹ ONU, *Río 92 – Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo – Programa 21, acuerdos*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 1998.

2.4. Los Sistemas de Indicadores

Castro Bonaño⁵² define un sistema de indicadores como “*un conjunto ordenado de cuestiones descritas mediante variables de síntesis cuyo objetivo es dar la visión total del sistema*”. Un sistema de indicadores representa una realidad nueva y distinta respecto a una simple suma de indicadores, porque se seleccionan solo los indicadores que representan factores importantes para lo que se quiere analizar, llegando a constituir una herramienta de análisis para esta realidad.

De las innumerables utilidades que ofrece un sistema de indicadores, la principal es resolver los problemas de información. Se tiene que partir del modelo - o interpretación de la realidad - para identificar un sistema de indicadores capaces de extraer la información esencial relativa al sistema objeto de análisis.

La normativa ISO 21929 define un sistema de indicadores como una lista estructurada de indicadores.

Para el Ministerio de Medioambiente (1996)⁵³, un sistema de indicadores aplicado a un proceso tiene capacidad de:

- **Modelización.** Permiten una modelización del sistema, o sea un análisis de los elementos que componen el sistema, así como de los subsistemas derivados de la relación entre elementos, tanto del punto de vista estático como dinámico, analizando la evolución de las variables.
- **Simulación.** A partir del modelo es posible utilizar los indicadores para analizar las variaciones que se producen alterando solo algunos componentes y manteniendo el resto igual.
- **Seguimiento y control.** Establecidos los objetivos, los indicadores permiten cuantificar su grado de consecución y las causas que llevaron a esta situación.
- **Predicción.** Si se trabaja con fenómenos que cambian en el tiempo, es posible, a partir de sistemas fiables y en la serie histórica, aproximarse a la realidad de un futuro más o menos vecino.

Sobre la capacidad de Predicción, se considera necesario puntualizar que los sistemas de indicadores de las herramientas para evaluar la sostenibilidad de los edificios resultan inapropiados, porque evaluando objetos (los edificios) y no procesos, el análisis es posible solo de forma estática, en una fase de proyecto o a edificio construido. Un análisis dinámico sería pertinente, por ejemplo, para detectar con que tendencia la construcción se acerca hacia la sostenibilidad. Diferentemente, los indicadores pueden realizar un seguimiento del gasto energético o del agua en fase de uso, y pueden evaluar cuanto un cambio en el proyecto mejora el comportamiento ambiental de un edificio.

La OECD⁵⁴ aclara cuales son los factores que vertebran un sistema de indicadores. Estos factores se han tomado como referencia para reconocer cuales son los factores sobre los cuales enfocar la investigación:

⁵² Castro Bonaño J.Marcos, Salvo Tierra Enrique, obra citada.

⁵³ Ministerio de Medio Ambiente – TAU Consultora Ambiental, *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, 1996, Madrid.

1. Un núcleo específico de objetivos de información, definidos por el proceso de toma de decisión en el que está implicado;
2. Un conjunto de indicadores que transmiten información altamente agregada y útil en el proceso de toma de decisiones que el sistema orienta;
3. Una estructura lógica de los indicadores que deriva de la utilidad que estos tienen que dar para tomar las decisiones;
4. Criterios de selección de los indicadores;
5. Un procedimiento de elaboración del sistema con una interacción entre método científico, instituciones y grupos sociales, cuyo resultado final tendrá que ser su validez científica y socio política, por su credibilidad.

Ampliando el punto 3, se puede decir que los indicadores de un sistemas necesitan estar organizados dentro de una estructura lógica que comúnmente se llama marco de referencia, y que, como especifica Bossel⁵⁵, ayuda a no perder de vista los objetivos y a concentrarse en lo que es importante para la sostenibilidad.

Dando una mirada general sobre la estructura lógica que puede escogerse para un sistema de indicadores, según Castro Bonaño (2001)⁵⁶, puede variar en función de sus objetivos:

1. Puede tener estructura causal: modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) de la OECD y Naciones Unidas. Las actividades humanas realizan una presión en el medio, que causa cambios de estado a los cuales la sociedad responde para mejorar la calidad de los recursos naturales. La OECD (1997)⁵⁷ nota que, esta estructura puede simplificar demasiado la relación entre los componentes del ecosistema humano y que no siempre queda clara la diferencia entre indicadores de presión y los de estado, se descuida el potencial educativo, de guía de los indicadores;
2. Puede tener estructura espacial o por ecosistema. En este caso se agrupan los indicadores por ámbitos espaciales o por ecosistemas.
3. Puede tener estructura de indicadores únicos: asignar un indicador único simple por cada objetivo de sostenibilidad (Agenda21); como propone EUROSTAT (Oficina Estadística de la Unión Europea). Bossel crítica que: no tienen una estructura lógica que represente todo el sistema; reflejan los intereses específicos y el objeto de investigación de sus autores; resultan demasiados densos en algunas áreas; pueden descuidarse importantes cuestiones sobre las que no existen datos.
4. Pueden tener estructura de índices sintéticos: es la estructura lógica de las herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios (también llamados temas o sectores, en esta investigación Áreas de interés). En este caso, en base a la identificación de temas básicos, se funde la información contenida en varias variables en una sola expresión numérica, se elaboran índices complejos a partir de la agregación de indicadores simples debidamente ponderados. Tiene las mismas características de un indicador y se traduce en mayor síntesis

⁵⁴ OECD 1997 obra citada

⁵⁵ Bossel Hartmut, *Indicators for sustainable development: Theory, Method, Applications - a report to the Balaton Group*, IISD-International Institute for Sustainable Development, 1999.

⁵⁶ Castro Bonaño J.Marcos, Salvo Tierra Enrique, obra citada.

⁵⁷ OECD, 1997, obra citada

de información relevante y una más simple capacidad de información por la toma de decisiones. Las críticas hacen notar que las ponderaciones pueden ser arbitrarias así como la interpretación de los indicadores finales.

Con la intención de ofrecer una idea más completa sobre la teoría de los indicadores se nombran otros tipos de marcos de referencia:

1. Huella ecológica: mide el área total necesaria para recaudar la comida, el agua, la energía, el espacio para los desechos, necesarios para mantener una persona, un producto o una ciudad. (Bossel argumenta en contra que puede constituir un buen indicador del impacto ambiental de la actividad económica, pero no capta la dimensión social del desarrollo sostenible).
2. Los 4 capitales (económico, natural, humano y social), propio del Banco Mundial;
3. La idea de ahorro real.

2.5. Recomendaciones para Indicadores y Sistemas de Indicadores

Se han recopilado unas recomendaciones a tener en cuenta en la realización de un sistema de indicadores. Como nos recuerda el Balaton Group, es difícil encontrar indicadores que tengan todas estas características.

La información está organizada en tablas, una por cada autor. La información contenida en estas tablas ha sido básica (conjuntamente a los documentos de soporte para la elaboración de VERDE, encargados por IISBE España) para la elaboración de los Criterios y Subcriterios del capítulo 3. Las tablas contienen dos columnas: en la columna izquierda se puede encontrar el listado de recomendaciones, en la columna derecha se especifica para que Criterio del capítulo 3 han sido tomadas como referencia.

Se puede notar que, en unos casos, información de mismo contenido se repite en diferentes documentos.

Tabla 2.1: Ministerio de Medio Ambiente ⁵⁸ (1996)	Indicadores
1. Validez científica: El indicador ha de estar basado en el conocimiento científico del sistema o elementos del mismo descritos, teniendo atributos y significados fundamentados.	Modelización
2. Representatividad: La información que posee el indicador debe de ser representativa.	Representatividad
3. Sensibilidad a los cambios: El indicador debe señalar los cambios de tendencia preferiblemente a corto y medio plazo.	-
4. Fiabilidad de los datos: los datos deben de ser lo más fiables posible, de buena calidad.	Modelización
5. Relevancia: el indicador debe proveer información de relevancia para poder determinar objetivos y metas	Representatividad
6. Comprensible: El indicador ha de ser simple, claro y de fácil comprensión para los que vayan a hacer uso del mismo.	Viabilidad de uso
7. Predictivo: El indicador ha de proveer señales de alarma previa de futuros cambios en términos como el ecosistema, la salud, la economía, etc.	-
8. Metas: El indicador ideal propone metas a alcanzar, con las que comparar la situación inicial.	Representatividad
9. Comparabilidad: El indicador debe ser presentado de tal forma que permita comparaciones interterritoriales.	Representatividad
10. Cobertura Geográfica: el indicador ha de basarse en temas que sean extensibles a escala del nivel territorial de análisis.	Representatividad
11. Coste - Eficiencia: El indicador ha de ser eficiente en términos de coste de obtención de datos y de uso de la información que aporta.	Viabilidad económica

Tabla 2.2: OECD (1993) ⁵⁹ , Un indicador medioambiental debe:	Indicadores
1. Proveer una imagen representativa de las condiciones medioambientales, presiones sobre el medio ambiente o las respuestas de la sociedad;	Representatividad (Tabla 1, punto 2)
2. Ser simple y fácil de interpretar;	Viabilidad de uso (Tabla 1, punto 6)
3. Ser sensible a los cambios en el medio ambiente y a las actividades humanas relacionadas	-
4. Proveer una base para las comparaciones internacionales	Representatividad (Tabla 1, punto 9)

⁵⁸ Ministerio de Medio Ambiente – TAU Consultora Ambiental, *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, 1996, Madrid.

⁵⁹ OECD. 1993, OECD Core Set of indicators for environmental performance reviews

5. Ser aplicable tanto a escala nacional como a escala regional	Representatividad (Tabla 1, punto 10)
6. Tener umbrales o valores de referencia definidos con los cuales comparar el significado de los valores obtenidos	Representatividad (Tabla 1, punto 8)
7. Tener buen fundamento teórico en términos técnicos y científicos	Modelización (Tabla 1, punto 1)
8. Estar basado en estándares internacionales y con consenso internacional acerca de su validez	Representatividad
9. Prestarse a su inclusión en modelos económicos, predictivos y sistemas de información.	-
10. Encontrarse disponible a un ratio coste/beneficio razonable	Viabilidad económica (Tabla 1 punto 11)
11. Estar adecuadamente documentado con información de calidad suficiente	Representatividad (Tabla 1 punto 2)
12. Ser actualizado en intervalos regulares de tiempo de acuerdo a procedimientos establecidos de antemano	-

Tabla 2.3: Programa 21 ⁶⁰ , Un buen indicador:	Indicadores
1. Tiene que indicar cuando el consumo está sobrepasando la capacidad de carga de la comunidad: "¿Se están utilizando más recursos de los que realmente se puede?"	-
2. Cuando se trabaja para una comunidad es necesario seleccionar de manera completa lo que es relevante para las peculiaridades de esta específica comunidad.	Modelización
3. Es comprensible. Un indicador tiene que explicar cuales acciones pueden causar problemas y cuales medidas, aunque pequeñas, se pueden tomar para contribuir a solucionar el problema.	Guía
4. La gente puede utilizarlos con facilidad. Tienen que enseñar a la gente lo que pueden cambiar para incidir positivamente en la sostenibilidad de la comunidad.	Guía – Claridad de usuario
5. Tienen un control en el largo periodo. Son necesarios resultados en el largo periodo, los indicadores tienen que tener una vision a 25, 30 años en el futuro, no solo 5 o 10.	-
6. Ponen en relevo la conexión entre economía, medioambiente y sociedad.	-
7. No se pueden limitar a un solo aspecto del problema.	-

⁶⁰ ONU, 1998, Obra citada.

Tabla 2.4: Donella Meadows- Balaton Group ⁶¹ . Un indicador tiene que ser:	Indicadores
1. Claro en los valores: tiene que quedar claro que dirección es la buena y cual la mala.	Guía, Representatividad
2. Claro en el contenido: fácilmente comprensible, expresables con unidades de medida comprensibles y con números imaginables. Los indicadores tienen que resultar comprensibles y fáciles de utilizar por los usuarios.	Viabilidad de uso (Tabla 1, punto 6) (Tabla 2, punto 2)
3. Irresistible: interesante, excitante, sugestivo.	Guía
4. Relevante políticamente.	
5. Realizable: que se pueda medir a un coste razonable	Viabilid. Económica (Tabla 1, punto 11) (Tabla 2, punto 10)
6. Suficiente: no tiene que comprender ni demasiada información, ni demasiado poca para dar una visión adecuada de la situación.	Modelización (Suficiencia)
7. A tiempo: que se pueda elaborar sin retrasos.	-
8. Con escala apropiada: no demasiado o demasiado poco agregado.	Representatividad, Guía (Transparencia)
9. Democrático: la gente tiene que tener <i>inputs</i> de la elección del indicador y tener acceso a los resultados.	Guía (Transparencia) 2ª parte
10. Suplementario: tiene que incluir lo que la gente no puede medir por sí misma.	-
11. Se tiene que utilizar la información que la gente pueda medir por sí misma y utilizarla para realizar visiones generales de la situación.	Guía
12. Organizado jerárquicamente: para que un usuario pueda conocer los detalles y el mensaje general rápidamente.	Guía (Transparencia)
13. Físico: es mejor medir con unidades físicas que con los precios, estos pueden generar confusión pudiéndose inflar y siendo inestables.	Representatividad
14. tratar lo más importante (leading)	Modelización
15. Apto para discusiones, intercambios y aprendizajes	Guía

⁶¹ "Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group." The sustainability Institute, September 1999

Tabla 2.5: Donella Meadows - Balaton Group ⁶²	Indicadores
Sobre el contenido:	
1. Hay que medir lo que realmente se quiere conocer (el real bienestar de las familias o el PIB?). Antes que utilizar un indicador es necesario averiguar que mida lo que realmente se necesita.	Modelización (Tabla 3, punto 2) (Tabla 4, punto 14)
2. Los indicadores tienen que enseñar claramente a los usuarios como actuar para solucionar un problema, contrariamente no sirven. Tienen que ser comprensibles. En muchos casos el mismo indicador puede inspirar al usuario a encontrar un camino práctico para resolver su específico problema.	Guía (Tabla 3, punto 3)
3. El usuario tiene que poder entender que aunque el problema sea grande y global, a pequeña escala se puede hacer algo para resolverlo.	Guía (Tabla 3, punto 3)
4. En un sistema, una parte de los indicadores tienen que medir la causa del problema, no solo el efecto.	Guía Viabilidad de Uso (Tabla 3, punto 3)
5. Un buen indicador no se tiene que obtener a costa de la sostenibilidad de otra comunidad o de la sostenibilidad global	-
Sobre el proceso de elaboración de los indicadores:	
6. Es fundamental que los indicadores sean en número limitado y todos interesantes y comprensibles (la autora recuerda que es resulta bastante difícil de conseguir).	Modelización (Suficiencia) (Tabla 4, punto 6)
7. Los técnicos especialistas encargados de realizar el sistema de indicadores, tienen que tener en cuenta que su visión del mundo es subjetiva, y normalmente se concentran en aquello que se conoce descuidando lo que conocen poco o nada; puede haber desacuerdo entre los varios técnicos.	Modelización (Sistema Completo) Representatividad
8. Todos los técnicos tienen indicadores “preferidos”, que reflejan temas para ellos de gran importancia...probablemente no son los mejores indicadores, pero es importante prestarles atención. Se tienen que introducir y luego concentrarse en otros ámbitos.	Modelización (Sistema Completo) Representatividad
Sobre la viabilidad de la medición:	
9. La medición de los indicadores tiene casi siempre un proceso costoso. Pero existen alternativas más simples. A veces existen caminos inteligentes para medir indicadores donde no hay necesidad de números y no se interfiere en el sistema.	Viabilidad de Uso Modelización (Tabla 4, punto 11)
10. Los indicadores pueden ser presentados con varios formatos, no tienen que ser necesariamente números. Pueden ser signos, símbolos, dibujos, colores.	Viabilidad de Uso
11. Los indicadores pueden ser constituidos con largas bases de datos, caras de mantener, pero resultarán más útiles para la investigación que para ofrecer información al usuario común. Mejor que los indicadores sean inmediatamente, intuitivamente comprensibles, realistas, convencedores. Para obtenerlos pueden ser más eficientes expertos en publicidad, relaciones públicas, artes graficas que burócratas. Si posible, mejor representar los indicadores como gráficos que como números.	Viabilidad de Uso

⁶² Meadows Donella, obra citada.

Tabla 2.6: Donella Meadows-Balaton Group ⁶³ , recomendaciones a tener en cuenta para la realización de sistemas de indicadores	Sistemas de Indicadores
<p>1. Será necesario estar consientes de la ambigüedad inherente al proceso de selección de los indicadores: como recuerda Bossel, en el proceso de elaboración de un sistema de indicadores la selección de los indicadores nunca es objetiva, porque son los puntos de vista personales que definen lo que es importante. Uno científico traduce un sistema en un flujo de energía y un economista en un flujo de dinero.</p>	Modelización
<p>2. Consultar expertos y no expertos: el Balaton Group, a lo largo de la realización de la herramienta, aconseja consultar técnicos expertos, que den credibilidad científica y potenciales usuarios, que den credibilidad política. En detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - los expertos tienen una visión global del sistema y de su desarrollo a lo largo del tiempo, conocen que datos pueden estar disponibles, tiene visión realista sobre lo que se tiene que medir, dan credibilidad al proceso. Pero pueden seleccionar indicadores muy técnicos no comprensibles para usuarios comunes, tienen la tendencia a perderse en detalles y a no concentrarse en lo que es políticamente relevante; - los usuarios comunes hacen presión para que los indicadores sean relevantes y comprensibles, son más abiertos y capaces de mayor síntesis creativa. Podrán contribuir en fase de uso a mejorar la viabilidad del sistema. 	Modelización Representatividad Viabilidad Claridad Guía
<p>3. Transparencia: el Balaton Group sigue advirtiendo que habrá que hacer atención porque la información puede ser manipulada para justificar el propio punto de vista. Para evitar distorsiones en la información es bueno dejar a disposición la información originaria, para resalir a ella y poder comprender mejor el sistema de análisis.</p>	Guía (Transparencia)
<p>4. También recuerda que el proceso de elaboración de los indicadores está siempre abierto: cuando un sistema es muy complejo, con el primer tentativo difícilmente se obtiene un sistema de indicadores eficaz. Son necesarias pruebas, errores, investigar: aunque la primera versión tenga buena acogida entre los usuarios y amplia aplicación, el sistema de indicadores podría ser engañoso, la interpretación de los indicadores resultar imperfecta, en futuro se podría tener más necesidad de información, el concepto de sostenibilidad se podría ampliar y podríamos tener retos mayores. Pero no se puede posponer la tarea esperando la perfección, es importante dar unos indicadores preliminares, los mejores posibles para el momento. De esta manera, se puede empezar a entender, evaluar y hacer correcciones. Es necesario aprender, pero no desperdiciar tiempo en este proceso. Es necesario observar nuestros indicadores y modelos con extrema humildad. Tenemos que someter todos los modelos, especialmente nuestros favoritos, a cuantos más exámenes y pruebas posibles. Si nos damos cuenta que un modelo o un indicador son equivocados, hay que cambiarlos con flexibilidad.</p>	Modelización Representatividad Viabilidad Claridad Guía

⁶³ Meadows Donella, obra citada.

Tabla 2.7: Proceso de elaboración de un sistema de indicadores para Agendas 21 locales según el Donella Meadows - Balaton Group⁶⁴.

1. Se forma un pequeño grupo de trabajo, responsable del buen éxito del proyecto.
2. Se aclaran los objetivos de la herramienta.
3. Se identifican los criterios, los valores y los puntos de vista de los usuarios (en nuestro caso los profesionales de la construcción)
4. Se estudian datos y proyectos existentes, modelos de indicadores ya existentes, indicadores ya publicados.
5. Se prepara un primer borrador de indicadores, que se tiene que revisar varias veces. Generalmente el primer listado de indicadores es muy largo...habrá que eliminar o transformar los indicadores no significativos, enfocarlos mejor hacia los objetivos.
6. Se presenta este primer borrador a un grupo de consulta. De esta fase, que da motivación a los participantes, pueden surgir nuevas iniciativas.
7. Un grupo de expertos interdisciplinarios selecciona los indicadores en base a su mensurabilidad, relevancia estadística y sistémica, intentando respetar el probable punto de vista de los futuros usuarios.
8. Se buscan datos. Normalmente los indicadores están sujetos a nuevas revisiones que dependen por las nuevas adquisiciones cognitivas.
9. Se publican y promueven los indicadores. Es necesario traducirlos en gráficos impactantes, con un lenguaje claro, y promoverlos con una campaña de difusión eficaz.
10. Periódicamente es necesario revisar los indicadores, desarrollar nuevos métodos de investigación y añadir nuevas conexiones.

2.6. Críticas y dificultades comunes

Los indicadores a menudo están mal escogidos, la elaboración y uso de los indicadores es un proceso lleno de trampas, (...) pero tampoco es posible moverse sin ellos porque los sistemas son demasiado complejos para gestionar toda la información. Donella Meadows

Gasteyer y Butler Flora⁶⁵, que han desarrollado una investigación sobre la evolución de los indicadores sociales del 1960 al 1998, concluyen que “los indicadores ambientales están mal utilizados y que comúnmente se utilizan para medir y se descuida su función de guía y previsión. Con ellos concuerda la OECD (*Urban Indicators*, 1997), que a partir de su propia experiencia, crítica que “los indicadores están a menudo considerados simplemente herramientas para ayudar la decisión política”⁶⁶. La OECD denuncia demasiado énfasis en la cuantificación y en el uso de datos y estadísticas. En la práctica común el error más corriente es perderse en cuantificaciones.

⁶⁴ Meadows Donella, obra citada

⁶⁵ Gasteyer Stephen, Butler Flora Cornelia “*Social Indicators: An annotated bibliography on trends, sources and development, 1960-1998*”,

⁶⁶ Estas observaciones han inspirado el criterio Capacidad de Guiar, explicado en el Capítulo 3

Otro problema importante que subraya el estándar ISO/CD 21929⁶⁷, es que: “El riesgo principal para los indicadores es una simplificación excesiva y la pérdida de información importante.”

Donella Meadows previene que los indicadores pueden ser mal escogidos, mal medidos, no estar al paso de los tiempos, confundir. Pueden causar reacciones infravaloradas o excesivas, cambios demasiados rápidos o demasiados fuertes para llevar el sistema a la situación deseada. Pueden comunicar mensajes diferentes dependiendo por quien les reciba. Por Bossel, un ejemplo de indicador importante y peligroso, creador de disfunciones, es el PIB, que mide cuanto rápidamente los recursos se convierten en flujos económicos sin distinguir entre bienes y servicios realmente productivos (educación, alimentación, viviendas) y no productivos (control de la delincuencia, contaminación). Por ejemplo en el caso de los indicadores sociales, a menudo el objetivo de los gobiernos es maximizar este flujo económico, y no la real riqueza, justicia, libertad, calidad ambiental de la sociedad.

Tabla 2.8: Errores comunes en el proceso de selección de los indicadores son (Donella Meadows) ⁶⁸ :	
1. Excesiva agregación: si se combinan demasiados factores, el mensaje puede ser indescifrable.	Representatividad
2. Medir lo que es fácil de medir, en lugar de lo que es importante (área cubierta por la foresta en lugar del tamaño, la diversidad, la salud de los árboles) dificultad practica de incluir los indicadores subjetivos o de percepción	Modelización Representatividad
3. No cuidar la experiencia directa. Los indicadores pueden concentrar la atención de los usuarios en los números y no dejar espacio para su personal percepción.	Viabilidad
4. Depender de un modelo no valido.	Modelización Representatividad
5. Falsificación deliberada de los datos. Alterarlos para esconder malas noticias.	Modelización Representatividad
6. Ambigüedad en cuanto al significado del indicador o disociación entre el indicador y el fenómeno a medir	Viabilidad de uso Claridad
7. Demasiada confianza. El usuario puede creer de estar operando correctamente porque sigue el indicador. En realidad el indicador puede ser imperfecto.	Modelización Representatividad Guía
8. Estado no completo: los indicadores no son el sistema real. Pueden esconder sutilezas, maravillas, peligros, diversidad, posibilidades o perversidades del sistema real.	Modelización
9. Insuficiencia de datos estadísticos	Viabilidad
10. Heterogeneidad de las fuentes estadísticas	Viabilidad
11. Problema de la comparación: comparación intertemporal e interespacial. El seguimiento de un indicador a lo largo del tiempo puede dificultarse por variaciones en la elaboración de los datos estadísticos de base, así como pérdida de representatividad del mismo.	-

⁶⁷ ISO/TS 21929-1:2006 - Sustainability in building construction -- Sustainability indicators -- Part 1: Framework for development of indicators for buildings

⁶⁸ Obra citada

2.7 Sistemas de indicadores y herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios.

En definitiva, los sistemas de indicadores son herramientas para el control de la evolución de sistemas complejos, que deben reunir una serie de condiciones que aseguren su fiabilidad, su precisión y su viabilidad en función de lo que se desee medir. Siempre es oportuno tener en cuenta la pérdida de calidad de la información que supone la sustitución de la realidad por unos indicadores que, por otra parte son lo que nos permite hacer más comprensible esa realidad simplificándola.

Las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios no son sistemas de indicadores en sentido estricto puesto que no miden la evolución de un sistema en el tiempo. Las herramientas de evaluación de sostenibilidad de los edificios son, en realidad, sistemas de definición de calidad, de determinación de los parámetros que han de cumplir los edificios, una “foto” de una situación estática.

Sólo la evolución de los indicadores a través de las diferentes fases –proyecto, construcción, uso y mantenimiento, derribo- podría dar lugar a un sistema de indicadores propiamente dicho, pero, en general, esas fases presentan entre sí fuertes rupturas y usan indicadores diferentes, y sólo en la fase de uso hay un proceso en el que el tiempo es un factor que se expresa sobre unas calidades constantes.

Ha sido posible extraer de la bibliografía estudiada una serie de condiciones que deben cumplir los indicadores y los sistemas de indicadores, agrupadas en los anteriores apartados 2.5 y 2.6. Estas condiciones por los fines analíticos de esta tesis se agrupan en propiedades que se definen de forma precisa en el capítulo 3.

3 - Criterios para el análisis de las herramientas existentes de evaluación de la sostenibilidad en la edificación

3 - Criterios para el análisis de las herramientas existentes de evaluación de la sostenibilidad en la edificación

El interés de esta tesis doctoral por las herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios es debido al importante rol que pueden y deben tener en el sector de la edificación como apoyo para aumentar la eficiencia del empleo de recursos y adoptar modelos técnicos sostenibles para la Biosfera. Cuantifican y especifican lo que hay que mejorar, en algún caso proponen como mejorar.

Pero puede constatarse que los técnicos encargados de realizar estas herramientas no tienen a su disposición abundantes orientaciones teóricas, criterios o normas que les guíen en este proceso. Consecuentemente, en las herramientas existentes algunas aportaciones pueden resultar basadas en planteamientos discutibles, contradicciones, problemas no resueltos, etc.

Es este capítulo se pretende plantear un método de análisis universal para estas herramientas⁶⁹, que pueda constituir un apoyo a su proceso de elaboración. El método de análisis, vertebrado por unos conceptos guía aquí llamados Criterios, está constituido por dos partes:

a. En la primera parte se quiere descubrir con qué eficiencia estas herramientas dirigen a sus usuarios hacia un comportamiento sostenibilista a través de los siguientes Criterios:

1. El criterio **Modelización** exige que el sistema resulte completo y no redundante.
2. El criterio **Representatividad de la Valoración** exige que la valoración resulte correcta.
3. El criterio **Viabilidad de uso** exige que estas herramientas resulten accesibles económicamente y su uso fácilmente comprensible.
4. El criterio **Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos** exige que estructura y contenido de la herramienta resulten ajustados a: 1) la realidad climática, geográfica, cultural, social y tecnológica propia del contexto donde está situado el edificio; 2) el nivel de conocimiento del usuario; 3) los objetivos declarados y de sostenibilidad.
5. El criterio **Capacidad de Guiar hacia la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio** exige que estas herramientas constituyan un soporte y ayuda para el desarrollo de los proyectos.

b. La segunda parte se ocupa de descubrir sobre qué ideas de sostenibilidad se apoyan las herramientas ya existentes y compararlas con la necesaria condición del cierre de ciclos de los materiales usados en los procesos técnicos para obtener la habitabilidad necesaria:

6. El modelo de edificio sostenible en el que se basa el sistema tiene que cerrar el ciclo de los recursos materiales.

⁶⁹ Ha sido posible aplicar estos Criterios para la elaboración del Sello Playa de Palma gracias a la colaboración del grupo de investigación juntamente a la consultora ambiental Societat Orgànica y con GBCe.

3.1. Modelización

3.1.1. Introducción

Este criterio pretende determinar si la cantidad de indicadores de una herramienta es limitada, si éstos están presentes en la cantidad mínima indispensable, si son todos útiles y suficientes, que no se excluya ningún tema relevante, y que aparezcan todos los temas necesarios para delinear una visión adecuada de la situación. En definitiva, si el sistema es completo y no redundante.

Para el Balaton Group⁷⁰, un sistema de indicadores no tiene que incluir ni demasiados ni demasiado pocos indicadores para ofrecer una visión adecuada de la situación.

El sistema, por su capacidad de simplificar la comprensión del edificio, tiene que ser ágil de utilizar, intentando minimizar lo más posible la cantidad de indicadores, pero tiene que asegurar que, en el modelo del edificio que se constituirá, aparecerán todos los factores importantes para comprender su comportamiento ambiental. En un sistema de indicadores estos tendrán que ser escogidos de manera adecuada para proporcionar un modelo completo de la realidad, para ofrecer una visión global y transmitir una información mayor y diferente que la ofrecida por una simple suma de indicadores.

Como recuerda Donella Meadows⁷¹ (fundadora del Balaton Group y del Sustainability Institute, co-autora en 1972 del informe *Los límites del crecimiento*): “Es necesario escoger los indicadores con atención porque se sitúan al centro del proceso de decisión y cuando se escogen mal, pueden provocar serias disfunciones en el sistema. Un sistema de indicadores tendrá que ser completo y suficiente”. Para Bossel los indicadores más comunes tienden a descuidar información vital (por ejemplo Producto Interior Bruto - PIB).

Dentro de las tablas incluidas en el apartado 2.5, se encuentran varios puntos que sugieren la necesidad de que los sistemas de indicadores sean suficientes, como el punto 6 de la tabla 2.4 “un indicador tiene que ser suficiente: no tiene que comprender ni demasiada información, ni demasiado poca para dar una visión adecuada de la situación.” D. Meadows, y el punto 6 de la tabla 2.5 “es fundamental que los indicadores sean en número limitado y todos interesantes y comprensibles.” D. Meadows.

En relación a la importante tarea de seleccionar los indicadores adecuados de manera completa, se ha tomado como referencia:

- el punto 1 y 4 de la tabla 2.1, Capítulo 2: “1. Validez científica: el indicador ha de estar basado en el conocimiento científico del sistema o elementos del mismo descritos, teniendo atributos y significados fundamentados. 4. Fiabilidad de los datos: los datos deben de ser lo más fiables posible, de buena calidad”. Ministerio de Medio Ambiente, 1996;

- el punto 7 de la tabla 2.2, Capítulo 2: “Los indicadores tienen que tener buen fundamento teórico en términos técnicos y científicos. OECD, 1993;

⁷⁰ Red internacional dedicada al desarrollo profesional de los investigadores y los profesionales de la sostenibilidad, www.balatongroup.org

⁷¹ Meadows Donella, *Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group*. The sustainability Institute. [Http://www.sustainer.org/pubs/Indicators&Information.pdf](http://www.sustainer.org/pubs/Indicators&Information.pdf), September 1999.

- el punto 2 de la tabla 2.3, Capítulo 2: “Un buen indicador es relevante. Cuando se trabaja para una específica comunidad es necesario seleccionar lo que es relevante para las peculiaridades de esta específica comunidad”. Agenda 21,

- el punto 14 de la tabla 2.4, Capítulo 2: “Un indicador tiene que tratar lo más importante” Balaton Group,

- el punto 1 de la tabla 2.5, Capítulo 2: “Hay que medir lo que realmente se quiere conocer, el real bienestar de las familias o el PIB? Antes que utilizar un indicador es necesario averiguar que mida lo que realmente se necesita”. Donella Meadows.

Los subcriterios que siguen han sido elaborados con la intención de ayudar a que el modelo de comportamiento ambiental del edificio delineado por el sistema de indicadores sea correspondiente con la realidad y fácil de utilizar.

Subcriterios para los INDICADORES

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

Subcriterios para el SISTEMA

MS1 ¿Se contempla cada factor importante del sistema para la sostenibilidad (materiales, energía, agua, residuos, suelo) en cada fase del ciclo de vida del edificio (proyecto, construcción, uso, demolición)? ¿Existen vacíos, temas no contemplados?

MS2 ¿Se consigue establecer una diagnosis de la realidad del edificio? ¿Se consigue proporcionar una descripción empírica del edificio, completa aunque el modelo se reduzca en número de componentes? ¿Es completo?

MS3 ¿Estas variables son agrupadas por temas de interés?

MS4 ¿La cantidad de indicadores es limitada, en la cantidad mínima posible pero son todos ellos necesarios para describir el sistema? ¿Son suficientes?

MS5 ¿Existe un indicador sobre los impactos que se producirán a lo largo de la vida útil del edificio para establecer en qué grado el edificio consigue cerrar el ciclo de los materiales?

3.1.2. Subcriterios M1, M2, MS4

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

MS4 ¿La cantidad de indicadores es limitada, en la cantidad mínima posible pero son todos ellos necesarios para describir el sistema? ¿Son suficientes?

Por suficiente se entiende que el sistema de indicadores tendrá que ser compuesto sólo por los indicadores esenciales y que éstos tendrán la capacidad de describir todos los factores importantes para la viabilidad del sistema. Este concepto está incluido en la Tabla 2.4 punto 2 y Tabla 2.5 punto 6 al fondo del Capítulo 2. Cuanto más limitada sea la cantidad de los indicadores, más manejable será el sistema. Son varios los autores que insisten sobre este

concepto, como Meadows, que explica: “es fundamental que la cantidad de indicadores sea limitada y que todos sean interesantes. Para ofrecer una visión adecuada de la situación no hay que pedir ni demasiada ni demasiado poca información (...) Atención, porque los técnicos que realizan los sistemas normalmente tienden a dar mucha importancia a lo que se conoce, descuidando lo que se conoce poco. Es posible encontrarse con un problema de subjetividad”.

El concepto de suficiencia pide de *evitar cualquier tipo de repetición, con otros indicadores o con la normativa*. En el caso de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios, una cuestión de repetición escondida puede ser calcular separadamente el consumo de recursos y el impacto ambiental. Tarde o temprano la totalidad de la materia de un recurso se convierte en residuo. *Tarde*, en los materiales que constituyen un producto al final de su vida útil. *Temprano*, en los residuos de los procesos de fabricación de aquel producto. Calcularlos separadamente es como calcular el mismo proceso dos veces. Las cargas ambientales son constituidas por la descarga de residuos en el ambiente (aire, agua, suelo), los residuos son lo que se queda de un recurso después de haber extraído el material útil.

La OECD divide los ámbitos interesantes para un análisis medioambiental en 4 grupos de indicadores: 1. Recursos (*resources*), 2. Residuos (*waste, sink*), 3. Impactos sobre la capacidad de carga de los hábitats, 4. Emisiones. De tal manera residuos, impactos y emisiones serán un reflejo del tipo de explotación de los recursos.

3.1.3. Subcriterios MS1, MS2, MS3, MS5

MS1 ¿Se contempla cada factor importante del sistema para la sostenibilidad (materiales, energía, agua, residuos, suelo) en cada fase del ciclo de vida del edificio (proyecto, construcción, uso, demolición)? ¿Existen vacíos, temas no contemplados?

MS2 ¿Se consigue establecer una diagnosis de la realidad del edificio? ¿Se consigue proporcionar una descripción empírica del edificio, completa aunque el modelo se reduzca en número de componentes? ¿Es completo?

MS3 ¿Estas variables son agrupadas por temas de interés?

MS5 ¿Existe un indicador sobre los impactos que se producirán a lo largo de la vida útil del edificio para establecer en qué grado el edificio consigue cerrar el ciclo de los materiales?

Como puede leerse en el punto 2 de la Tabla 2.3 “Cuando se trabaja para una comunidad es necesario seleccionar de manera completa lo que es relevante para las peculiaridades de esta específica comunidad”. Los subcriterios anteriores pretenden detectar si un sistema de indicadores para la evaluación del comportamiento ambiental de un edificio es *completo*: si sus varios indicadores originan un conjunto de relaciones coherente y si se toman en cuenta todos los ámbitos que determinan el sistema, de manera que este sea un reflejo del edificio que representa. *Los temas tendrán que ser tratados sin limitarse a un solo aspecto del problema, pues tendrá que contemplarse cada factor del edificio que tenga importancia para la sostenibilidad* (consumo de agua, consumo de energía, consumo de materiales, ocupación del suelo, afectación a la biodiversidad) en cada fase del ciclo de vida del edificio (producción de materiales, construcción, uso, demolición). El subcriterio MS5 requiere que la herramienta debería tener la capacidad de detectar cuándo, el edificio en análisis, consigue cerrar el ciclo de los recursos materiales (explicado más en profundidad en Criterio 6, Apartado 3.6), incluyendo indicadores que verifiquen cuántos impactos puede producir a lo largo de su vida útil.

En relación a lo anterior, en los párrafos siguientes se argumentan en profundidad cuatro ámbitos a los que suelen recurrir las herramientas de certificación, para establecer lo que es conveniente introducir y lo que no para realizar un modelo del edificio. Los cuatro ámbitos son:

- Consumo de recursos
- Impacto ambiental
- Calidad ambiental interior o confort
- Calidad del servicio

3.1.3.1. Consumo de recursos

Existen cuatro tipos de recursos que entran en juego en la edificación:

- a. Materias primas
- b. Combustible
- c. Agua
- d. Suelo

a. b. Materias primas y combustibles fósiles tienen que ser considerados como recursos materiales que, aunque tengan funciones diferentes en la edificación, se caracterizan por su completa transformación en residuos vertidos a la biosfera (entropía), aunque con metabolismos diferentes:

- Las materias primas son todos los materiales de construcción utilizados para configurar el edificio. Los recursos utilizados como materia prima son el conjunto de materiales extraídos del medio para obtener los materiales de construcción que se utilizan en la obra. Finalmente, todos se convertirán en residuos más o menos organizados, unos absorbibles por la biosfera o reciclables, aunque la mayoría de ellos contribuirán a incrementar la contaminación.

- Los combustibles fósiles son la materia prima de la cual extraemos energía mediante un proceso de oxidación. Los transformamos directamente en residuos, generalmente dispersos en la atmósfera (dióxido de carbono, agua y varias impurezas). Estos recursos se utilizarán en procesos de transformación de los materiales constituyentes del edificio y durante la fase de uso.

c. Agua. El agua supone un recurso de tipo diferente. En realidad, en los edificios, el agua, aparte del consumo debido a la alimentación -no más que 5 litros por persona al día- se utiliza principalmente como vector para la evacuación de los residuos, aprovechando su capacidad disolvente y de arrastre. Sólo el agua directamente ligada a los procesos de fabricación de los materiales o de construcción del edificio que implican una transformación química –lo que ocurre esencialmente en el hormigón y los morteros– se pueden valorar como realmente consumida, en parte alejada para siempre del ciclo hidrológico general del agua. El uso del agua tiene un significado ambiental diferente del uso de los recursos materiales, muy parecido al que significa, desde el punto de vista ambiental, el uso del suelo.

Muchas herramientas de evaluación valoran la recogida de agua de lluvia o el reciclaje de las aguas grises pero ¿cuál es el beneficio de usar agua de lluvia o agua gris en lugar de agua potable? Dejando de lado el ahorro en los procesos de purificación del agua, tanto el agua de lluvia como las aguas grises se utilizarán igualmente como vector de alejamiento de residuos y, en el caso de las últimas, su carga contaminante se verá aumentada.

Ahorrar agua tiene sentido porque en la actualidad resulta un bien escaso para los seres humanos aunque desde el punto de vista ambiental, al menos en el caso de las aguas superficiales, será el ciclo hidrológico quien de verdad se encargará de renovar el agua. Por tanto, las generaciones futuras seguirán disponiendo del mismo flujo de agua que en la actualidad, sea escaso o no (este criterio podría aplicarse a muchos otros recursos que no constituyen un *stock* sino un flujo, como la energía solar, el viento o las mareas: son limitados pero continuos en el tiempo, y su escasez depende sólo de la dimensión del flujo).

El valor del agua radica en que la biosfera la utiliza como medio de transporte de los materiales, siendo un factor determinante en el ciclo de los recursos. La biosfera es como una máquina que, basada en las propiedades del agua para transportar los materiales –y que es puesta en marcha fundamentalmente por la energía solar- es capaz de cerrar el ciclo de los recursos materiales, transformando los residuos en nuevos recursos. De tal forma recicla el material orgánico que se mueve a través suyo. ¿Qué es un material renovable si no un material reciclado por la biosfera? ¿Qué es un material no renovable si no un material que no puede ser transformado por la biosfera y que debe cerrar su ciclo con procesos técnicos artificiales? La eficiencia de la biosfera como máquina para cerrar los ciclos materiales es infinitamente superior a la tecnología humana, y así el uso de materiales renovables es fundamental por la sostenibilidad. En este sentido, la biosfera debe conseguir el máximo potencial posible, la máxima productividad para procurar el máximo de recursos, y consecuentemente, de bienestar para los seres humanos en una sociedad sostenible. La captación de agua para el uso humano – para eliminar residuos principalmente – disminuye la capacidad de la biosfera de transportar materiales y por tanto disminuye su productividad en la transformación de los residuos en recursos.

Extraer agua de los sistemas naturales para uso social provoca una gran alteración a los sistemas naturales. A partir de ello utilizar agua de lluvia o aguas grises supone beneficio ambiental en cuanto disminuye la cantidad que se extrae de los sistemas naturales. En forma simétrica, verter agua contaminada supone una gran agresión al ambiente en cuanto se envían a la biosfera unos materiales ajenos al sistema en concentraciones tan elevadas que los sistemas naturales no consiguen digerirlos, provocando a partir de ello el bloqueo de los mecanismos vitales de circulación natural de los materiales.

Las herramientas tendrán que averiguar si:

- ¿Se contempla el reaprovechamiento de aguas de lluvia para el riego u otros usos, disminuyendo la extracción del medio?
- ¿Se contempla el tratamiento de aguas residuales para depurarlas antes de reingresarlas al ambiente?
- ¿Se adoptan estrategias para minimizar el consumo de agua para uso doméstico (grifos, descargas de inodoros, duchas, lavadoras y lavavajillas eficientes, reductores de caudal y/o presión)?
- ¿Se evita la utilización de nuevos materiales extraídos del medio?

d. Suelo. El uso del suelo tiene una lectura similar al agua. El suelo es el soporte de la biosfera y de cualquier otra red de captación de energía solar fuera de los océanos, y su superficie no puede multiplicarse superponiendo niveles diferentes ya que la captación de la radiación solar no sería adecuada en algunos de ellos. *El empobrecimiento de la capacidad productiva de la biosfera mediante la mineralización del suelo, debida a los procesos de urbanización y construcción edificatoria, se puede comparar al terreno perdido por una mala gestión agrícola.*

Agua y suelo son así dos recursos ambientales determinantes para el funcionamiento de la biosfera, el agua como flujo y el suelo como *stock*, pero claramente diferentes de las materias primas y los combustibles fósiles. El significado ambiental de los últimos (aunque ligado a la biosfera porque al final de su uso se convierten en residuos vertidos en ella), se expresa en la pérdida de recursos no renovables de los que no dispondrán las generaciones futuras.

Los sistemas tendrán que verificar el impacto generado. A modo de ejemplo:

- En las fases de construcción y uso, ¿se valora no construir en lugares con elevado impacto ambiental, haciéndolo en todo caso lo más cerca posible de urbanizaciones ya existentes? ¿Si es así, se propone recalificar las áreas afectadas?
- En la fase de uso, ¿se valora reducir la mineralización del suelo, que empobrece la capacidad productiva de la biosfera, minimizando la construcción de carreteras y eligiendo tipologías de edificios concentradas, para dejar filtrar el agua de lluvia en el subsuelo y ayudar la recarga de los acuíferos?
- En fase de construcción, ¿se considera el suelo removido como posible residuo o causa de contaminación? ¿se evita la contaminación de los acuíferos a causa de los movimientos de tierra?

3.1.3.2. Impacto ambiental

Los impactos ambientales son causados por vertido de residuos (al aire, al agua, al suelo) en la biosfera, a la pérdida de biodiversidad y a la erosión (imputable, sobre todo, a la extracción de recursos). *El cálculo de los impactos ambientales sólo es de aplicación en los recursos no renovables aunque también en el caso de su reciclaje, que siempre supone un impacto aunque sea de inferior magnitud.* Los impactos causados por la renovación de los recursos renovables en ningún caso se evalúan de la misma manera.

Algunas herramientas de evaluación pueden cuantificar la introducción de sustancias nocivas en la biosfera causada por el sector de la edificación. Los sistemas basados en un Análisis de ciclo de vida - ACV, como el programa SimaPro (mira párrafo 1.2.2), ofrecen una estimación de estos efectos traducidos en expresiones numéricas. Pero para un técnico de la construcción, esta información resulta bastante difícil de interpretar y todavía más saber cómo actuar para disminuir el impacto.

En caso de inclusión de un análisis de ACV en las herramientas, se hace necesario que esta actúe de manera más detallada sugiriendo explícitamente acciones correctivas.

3.1.3.3. Calidad ambiental interior

Para que una herramienta de evaluación ambiental de los edificios pueda ofrecer una idea coherente con la realidad del nivel de sostenibilidad ambiental de un edificio, es conveniente

que los factores no estrictamente implicados en ella, como las condiciones de calidad ambiental interior (confort térmico, iluminación natural, acústica, calidad del aire, ventilación natural, aspectos relativos a la salud) se evalúen en forma paralela. Se trata de aspectos importantes, que, al igual que la repercusión económica de las mejoras ambientales, sin duda deberán ser tenidos en cuenta en una evaluación de proyecto, que pero deberían tener lugar en forma separada de la evaluación y calificación de sostenibilidad ambiental. No es que carezcan de importancia, sino que se considera que si su evaluación se realizara en forma conjunta con la sostenibilidad ambiental se quedaría distorsionada la calificación de ambas, ya que mezclando conceptos diferentes esta podría convertirse en un híbrido y esconder, detrás de aspectos económicos por ejemplo, una mala gestión de los flujos de los recursos (materiales, agua, suelo, residuos). Algunas herramientas, tal como es frecuentemente criticado, aceptan el uso masivo de recursos energéticos no renovables si con ello se obtiene una alta calidad ambiental interior. Esto puede desviar la evaluación del objetivo deseado: reducir el consumo de energía y promover las energías renovables, que además ofrecen los mejores niveles de calidad, como en el caso de la iluminación natural (ya que nuestros órganos visuales se han desarrollado en base a la luz solar y la luminancia de la bóveda celeste). ¿Qué justifica en última instancia el consumo de recursos no renovables? ¿Alcanzar el confort deseado mediante el uso de energía fósil en lugar de promover el máximo uso de iluminación natural, la captación de la radiación solar, el uso de la ventilación natural? Hay que tener en cuenta que el favorecer la inercia térmica, el control de la radiación solar, el aporte puntual de calor por medio de combustibles renovables, restringe el abanico de las posibles estrategias constructivas y funcionales. La herramienta, vista de esta forma, deliberadamente no es neutra respecto de la estrategia del proyectista en cuanto al tipo de recursos a emplear y a la eficiencia con la que se emplean. Y ello es positivo si se utiliza en el sentido de la reducción de los impactos ambientales del futuro edificio.

Se trata de un tema complejo, ya que las definiciones de sostenibilidad y las maneras de medirla son muchas y variadas. La herramienta será tanto más válida y realista cuanto más coherentes con la definición de sostenibilidad ambiental (en relación a esta investigación, se puede profundizar este concepto en el Apartado 3.6) sean sus contenidos.

Un primer nivel de calidad del ambiente interior o confort mínimo de los edificios está garantizada en primer lugar por la normativa (distintos documentos del Código Técnico de la Edificación, CTE, en el caso de España, y otras reglamentaciones de rango menor), aunque también por las exigencias del mercado. Este último, especialmente, determina calidades a veces difíciles de definir pero claramente reconocibles por los usuarios de los edificios, que están dispuestos a pagar un precio extra por este servicio. *La habitabilidad del edificio, y también su calidad de ambiente interior, no sólo está garantizada sino también organizada en niveles reconocibles por el mercado.*

Frente a lo anterior cabe preguntarse: ¿Qué es lo que realmente justifica el consumo de recursos? ¿Qué necesidades de habitabilidad tienen que ser satisfechas en la perspectiva del desarrollo sostenible? La elaboración de varios perfiles de calidad ambiental basados en parámetros fisiológicos ambientales y sus márgenes de confort pueden resultar ambientalmente muy onerosos.

La calidad (ambiental interior, funcional, de confort, etc.) no tiene que significar un aumento del consumo energético. Aunque la disponibilidad de mecanismos alimentados con energía suministrada a voluntad permite disponer de niveles de confort aceptados, nunca serán comparables con el acondicionamiento térmico, la iluminación y la ventilación naturales si el tema se evalúa desde la óptica de la sostenibilidad ambiental. El confort conseguido con medios artificiales no debería usarse para justificar cualquier consumo energético que lleve

aparejado. Discusiones tales como cuáles son los parámetros de confort con los que se proyecta un espacio, si debe dotarse o no de sistemas de aire acondicionado a los ambientes donde esto podría evitarse, o cuáles temperaturas de consigna que deben emplearse para programar los sistemas de climatización, son de gran importancia, ya que tienen que ver significativamente con la magnitud de los impactos de los edificios en uso. Ignorar el control ambiental del edificio mediante el empleo de los sistemas naturales permite “liberar” la arquitectura de numerosas restricciones técnicas, generando tipos de habitabilidad impensables antes de la introducción de los sistemas mecánicos de climatización y la disposición de energía a voluntad. La actual generalización del uso de mecanismos alimentados con energía fósil o nuclear permite soluciones de habitabilidad que han reemplazado las tradicionales, a un coste ambiental muy elevado.

Otro tema importante a considerar son las emisiones de COV (compuestos orgánicos volátiles) y otros tipos de liberación de sustancias tóxicas en el aire interior que, juntamente con el síndrome del edificio “enfermo” o la presencia de la legionelosis, suponen problemas de salud de alcance público. Aunque estén indisolublemente ligados con la arquitectura, al menos con la forma contemporánea de materializarla mediante el uso masivo de unos tipos de materiales e instalaciones, en rigor no son problemas arquitectónicos. Deben, por tanto, ser tratados en forma separada mediante los estudios sanitarios correspondientes y ser resueltos con las decisiones normativas adecuadas, todo lo cual debería resolverse más allá de los conocimientos técnicos y de las responsabilidades de los técnicos que intervienen en el proceso de edificación. Un material o un sistema, tal como ocurre en la industria de la alimentación, por ejemplo, no deberían llegar al mercado si su uso comporta un problema de salud.

En relación a los problemas acústicos o de ruido, más allá de la consideración de la fuente energética que los hace posibles, su análisis no pertenece al ámbito de la sostenibilidad ambiental sino al del confort o de la calidad del ambiente interior. La generación y transmisión de ruido no supone necesariamente un consumo de recursos no renovables ni una emisión de residuos contaminantes, es decir, no supone un impacto ambiental. Prueba de ellos es que, si se detiene la emisión de ruido, tampoco hay un beneficio ambiental. El aislamiento acústico, en la fase de uso, no está relacionado con el consumo de recursos, como sí ocurre en los casos del confort lumínico y térmico (porque tienen relación directa con el consumo de energía). Existe una normativa obligatoria (el Documento Básico DB-HR: Protección frente al ruido del CTE) que regula el aislamiento acústico de los distintos cerramientos externos e internos del edificio. Y sobre ella naturalmente pueden agregarse nuevas exigencias, o bien incrementarse las existentes, si se lo desea o considera adecuado. Por estas razones los problemas acústicos o de ruido podrían ser resueltos directamente por la normativa o bien la herramienta podría certificarlos mediante un análisis separado de la sostenibilidad ambiental que obtenga una evaluación final también independiente de ella.

3.1.3.4. Calidad del servicio

Se incluyen aquí aspectos como la durabilidad, el periodo de vida útil, la gestión y el mantenimiento de los edificios (siendo estos dos últimos difíciles de cuantificar en forma anticipada). Estos aspectos tocan cuestiones que tienen consecuencias para la sostenibilidad ambiental. Se hace necesario determinar la durabilidad del edificio, su periodo de vida útil y las operaciones necesarias para mantener su utilidad. Incluidos en el concepto de “coste global”, los costes de uso y mantenimiento de los edificios siempre han sido un argumento fuerte en la evaluación económica de la edificación. Traduciéndola en recursos a emplear, en lugar de

valores monetarios a invertir, el uso y el mantenimiento pueden ser evaluados en términos de sostenibilidad.

Se trata de un factor determinante, pero de difícil valoración en fase de proyecto. Resulta complejo determinar, antes de que se produzcan, cuáles son los factores que determinan la obsolescencia funcional del edificio o de una parte de él, ya que las estrategias que se pueden adoptar para conseguir una larga vida de la construcción son complejas, al igual que la predicción de los resultados. ¿Cuáles son sus unidades de medida? ¿Cómo se calculan? Para indicadores como flexibilidad de usos, adaptabilidad a los modos de vida futuros o tipos de mantenimiento a realizar se tienen que establecer unidades relevantes, y esto implica establecer cómo se medirá su calidad. Cabe preguntarse qué aspectos del edificio o del proyecto la determinan o en qué manera se pueden medir tales aspectos. A partir de tales reflexiones, se deberán seleccionar los indicadores más oportunos.

Flexibilidad y adaptabilidad son conceptos que tienen definiciones a una escala que incluye desde la forma de la arquitectura hasta la versatilidad de las instalaciones, sin dejar de considerar discusiones sobre la relación entre forma, programa y aspectos tipológicos.

El mantenimiento tiene una definición más abordable, aunque hay una falta palpable de modelos y prácticas bien definidas en la cultura edificatoria local. De tal manera resulta difícil establecer una práctica estándar como base para establecer mejoras.

Además, mientras que los conceptos de flexibilidad y adaptabilidad son aspectos funcionales que operan en buena medida a escala conceptual, el mantenimiento está íntimamente relacionado con la durabilidad física del edificio y de sus sistemas materiales. De esta manera al concepto de período de servicio se le añade el de uso de recursos –con los correspondientes impactos asociados- que deben poder ser contabilizados para sumarlos a aquellos destinados a la construcción del edificio.

3.2. Representatividad de la valoración

3.2.1. Introducción

El criterio Representatividad de la valoración incluye las características que tiene que tener una herramienta para poder ofrecer una valoración correcta, representativa del nivel de sostenibilidad del edificio evaluado. La principal función de estas herramientas es ubicar los edificios dentro de un ranking de sostenibilidad que ellas mismas determinan.

Una herramienta para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios, ante todo, tiene que poder ofrecer una idea coherente con la realidad del nivel de sostenibilidad de un edificio. Cuando se certifica un edificio el hecho de obtener una puntuación mayor tiene que coincidir proporcionalmente con una mejor *performance* sostenibilista, circunstancia que no siempre se verifica.

A causa de las simplificaciones que efectúan los indicadores o de una mala selección de ellos, existe el peligro de que la evaluación final se aleje de la consideración pura de la sostenibilidad.

Este criterio se define como Representatividad de la Valoración en base a la definición del Ministerio de Medio Ambiente de España y la OECD *Organisation for Economic Co-operation and Development* como característica para los indicadores en general: “Representatividad: La información que el indicador ofrece tiene que ser representativa” (MMA 1996, Capítulo 2, Tabla 2.1); “Los indicadores tienen que ofrecer una imagen representativa de las condiciones ambientales, de las presiones en el ambiente o las respuestas de la sociedad” (OECD 1993, Capítulo 2, Tabla 2.2).

A nivel de indicador, Representatividad se traduce como la asignación de una puntuación correcta, que ha sido entendida como el justo equilibrio entre la distribución de los rangos (R1) y el factor empleado en la puntuación (R2).

Dentro de las tablas incluidas en el apartado 2.5, se encuentran varios puntos que sugieren la necesidad de que los sistemas de indicadores sean representativos: a parte de los ya citados, los puntos 5, 8, 9, 10 de la tabla 2.1, MMA 1996:

5. Relevancia: el indicador debe proveer información de relevancia para poder determinar objetivos y metas;
8. Metas: El indicador ideal propone metas a alcanzar, con las que comparar la situación inicial;
9. Comparabilidad: El indicador debe ser presentado de tal forma que permita comparaciones interterritoriales;
10. el indicador ha de basarse en temas que sean extensibles a escala del nivel territorial de análisis.

Los puntos 4, 5, 6, 8, 11 de la tabla 2.2, OECD 1993:

4. proveer una base para las comparaciones internacionales,
5. Ser aplicable tanto a escala nacional como a escala regional,
6. tener umbrales o valores de referencia definidos con los cuales comparar el significado de los valores obtenidos,

8. Estar basado en estándares internacionales y con consenso internacional acerca de su validez,
11. estar adecuadamente documentado con información de calidad suficiente,

Según los puntos 1, 8, 13 de la tabla 2.4, Balaton Group, un indicador tiene que ser:

1. claro en los valores: tiene que quedar claro que dirección es la buena y cual la mala,
8. con escala apropiada: no demasiado o demasiado poco,
13. físico: es mejor medir con unidades físicas que con los precios, estos pueden generar confusión pudiéndose inflar y siendo inestables

El punto 8 de la Tabla 2.5: “Todos los técnicos tienen indicadores “preferidos”, que reflejan temas para ellos de gran importancia...probablemente no son los mejores indicadores, pero es importante prestarles atención. Se tienen que introducir y luego concentrarse en otros ámbitos” D. Meadows.

Subcriterios para INDICADORES

R1 ¿La máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables? ¿Se pasa del 1 al 2 y del 2 al 3 con un esfuerzo proporcional? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con demasiado o demasiado poco esfuerzo? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?

R2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

Subcriterios para SISTEMAS

RS1 ¿Cada indicador ofrece un valor *Benchmark* (equivalente a lo que pide la normativa o equivalente a las prácticas constructivas habituales en la misma área geográfica)? ¿Hay diferenciaciones por cada tipología y uso?

RS2 ¿El sistema permite diferenciar las cantidades de recursos que se consumen por fases del ciclo de vida del edificio?

3.2.2. Subcriterio R1

R1 ¿La máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables? ¿Se pasa del 1 al 2 y del 2 al 3 con un esfuerzo proporcional? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con demasiado o demasiado poco esfuerzo? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?

El subcriterio R1 verifica la sensibilidad con la que varía la evaluación asignada por el indicador como consecuencia de una u otra decisión de proyecto.

Según el Punto 6 de la Tabla 2.2, un indicador necesita “Tener umbrales o valores de referencia definidos con los cuales comparar el significado de los valores obtenidos”. En estas herramientas estos umbrales de referencia normalmente se denominan mínimos o *Benchmarks* y máximos y. Por ejemplo, ¿Cómo saber si es bajo o elevado un consumo de 120 litros de agua por persona y día si no se dispone de una referencia?

La evaluación relativa a cada indicador se moverá en el intervalo entre un máximo y un mínimo, siendo éstos valores que deberán pertenecer a un ámbito aceptable y conocido.

Considerando que lo óptimo y a auspiciar sería que las herramientas llegaran a ser recursos cotidianos de ayuda en la realización de proyectos arquitectónicos estas puntuaciones mínimas y máximas tendrían que estar ligadas a la realidad del sector. Así que los mínimos, que en los debates entre realizadores de herramientas se denominan *Benchmarks*, podrían ser identificados con lo que establece la normativa local, o en su falta, las características estándar que pide el mercado. Los máximos tendrían que coincidir con lo máximo alcanzable según la tecnología disponible en el mercado. No se puede pretender para alcanzar la máxima evaluación se pretenda adoptar tecnologías a la vanguardia o muy caras, contempladas solo en el mundo de la investigación.

Máximo y mínimo serán divididos en valores intermedios con el justo grado de sensibilidad, pues la oscilación entre los varios grados de evaluación posibles (rangos) tiene que ser proporcional, sin ser ni demasiado sensible ni demasiado poco sensible. En caso contrario podría ocurrir que:

- a. Con sólo un pequeño cambio en el proyecto, de poca relevancia ambiental, se puede obtener una gran oscilación en la evaluación. Excesiva sensibilidad de los rangos.
- b. Al contrario, grandes cambios ambientalmente relevantes en el proyecto pueden no significar cambios proporcionales en la evaluación.

La diferencia entre los valores de los rangos, si está pensada correctamente, puede ayudar a establecer cómo y cuánto podría mejorar el proyecto.

Otro factor de posible distorsión en la cuantificación del indicador, que puede generar una evaluación subjetiva, es demasiada tolerancia a causa de factores incontrolables en la asignación de la puntuación, o bien la utilización de datos de mala calidad en la elaboración del indicador. Por estas causas pueden existir indicadores con variaciones muy significativas, en los que es difícil establecer rangos significativos desde el punto de vista ambiental. Por ejemplo, las emisiones contaminantes al agua de un determinado proyecto, ocasionadas por la fabricación de los materiales y el uso del edificio, pueden tener una variabilidad enorme en función de los materiales escogidos en el proyecto y el tipo de actividades que se realizan en el edificio. Por otra parte, el impacto que ese valor de emisiones produce en el medio puede depender de factores externos al proyecto e incluso imposibles de determinar en el momento de la evaluación, como por ejemplo la existencia o no de un sistema municipal de depuración de aguas residuales, el tipo de tratamientos que realice antes de devolver el agua al medio, la capacidad de disolución del medio que recibe la carga, etc. Si a ello se añade *la gran cantidad de componentes, sistemas y materiales que se usan en edificación*, no sólo el ámbito de los valores de esos indicadores puede ser enorme sino que supondría trabajar con tolerancias inmensas en la valoración global de todos ellos, especialmente si se decide utilizar indicadores provenientes de sistemas de ACV, que pueden ser poco viables en un sistema tan complejo, abierto y variable como el sector de la edificación.

Resumiendo, si resulta que el ámbito que estos rangos tocan es muy grande, o al contrario, si su oscilación es ambientalmente poco significativa, pueden suponer poca relevancia respecto de la evaluación ambiental.

3.2.3. Subcriterio R2

R2 La escala de mínimos a máximos se basa en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

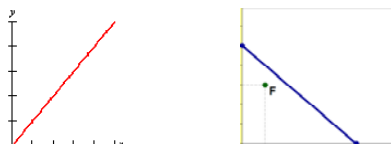
Según el Punto 2 de la Tabla 2.1 “la información que posee el indicador debe de ser representativa” o sea tiene que explicar correctamente cual es el comportamiento ambiental de un edificio. Esto dependerá por el principio sobre el que se basa para asignar la puntuación. Se identifican tres posibilidades donde cambia el principio para establecer mínimos y máximos. La escala de mínimos y máximos puede basarse en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

Se observa que *la relación entre costes económicos y beneficios ambientales es la que asegura que los recursos que se ponen en juego para mejorar la sostenibilidad se utilicen con la máxima eficiencia*. Aquí aparece la exigencia de que en cada indicador se especifiquen las técnicas disponibles para obtener mejoras ambientales en el edificio, de modo que el usuario de la herramienta encuentre ayudas en el proceso de toma de decisiones que le permitan mejorar el proyecto (se abordará más profundamente este tema en el apartado 3.5. “Capacidad de Guiar”). Además, *la sugerencia de tales acciones correctivas tendría que estar acompañada por el coste de su obtención (coste económico, y de implantación técnica y social)*, ya que no tiene sentido realizar una evaluación sólo observando las mejoras ambientales obtenidas sin considerar el coste que implica (entendiendo por ello no solamente los costes económicos sino también los costes relacionados con las viabilidades técnica, normativa y social).

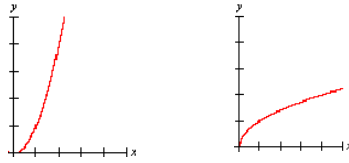
De esta manera la herramienta no sería ajena a la realidad del sector haciendo aflorar el valor de la inversión económica que es necesario asumir para alcanzar distintos niveles de sostenibilidad del edificio. La herramienta de evaluación tiene que garantizar que la inversión pueda realizarse de la manera ambientalmente más conveniente. El promotor podría encontrar respuesta a la pregunta ¿en qué debo invertir el primer euro para obtener la mayor ventaja ambiental? y el usuario ¿cuántos euros se han invertido para mejorar la sostenibilidad del edificio? La herramienta debe ser capaz de justificar que las acciones correctivas propuestas tienen la máxima eficiencia.

La relación entre los resultados de los indicadores y su valoración puede ser de muchas maneras. Utilizando la grafica de las funciones matemáticas se explican las varias situaciones:

Si la relación fuera representada por una línea recta, a cada valor obtenido por el indicador (X) correspondería una valoración (Y) directamente o inversamente proporcional



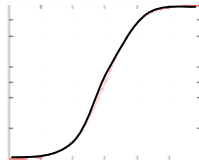
Si fuera representada por una parábola Cóncava, a mayores resultados del indicador (X), obtendríamos valoraciones (Y) no proporcionales.



Una parábola Convexa representaría los casos donde a un valor mayor del indicador(X) correspondería una valoración (Y) inferior, pero no proporcional.



Si la curva fuera en forma de “S”, habría un punto de inflexión después del cual a mejores resultados del indicador (X) corresponderían puntuaciones (Y) mucho mayores.



También la evaluación podría ser discontinua donde a los resultados obtenidos por el indicador solo se asignarían evaluaciones constituidas por números de interés (1, 2,3...pero no 3,4 o 2,7 etc....) sin la posibilidad de interpolar valores intermedios.

3.2.4. Subcriterio RS1

RS1 ¿Cada indicador ofrece un valor *Benchmark* (equivalente a lo que pide la normativa o equivalente a las prácticas constructivas habituales en la misma área geográfica)? ¿Hay diferenciaciones por cada tipología y uso?

El subcriterio RS1 se ocupa de un tema ampliamente debatido entre los realizadores de herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios, y es el de la correcta elección de los *Benchmarks*, es decir cuáles y cómo serían los edificios de referencia estándar, que representan la puntuación 0 (representados habitualmente por la sola aplicación de la normativa o la práctica habitual en la construcción local). Se pueden encontrar tipologías edificatorias, usos y características locales muy diferentes entre ellas, debiéndose a partir de ello clasificar los edificios de referencia por tipos de uso, tipología arquitectónica y ámbitos geográficos cuya homogeneidad es siempre discutible.

Se propone que si el ámbito geográfico y/o la tipología pudieran ser muy restringidos se podrían escoger edificios de referencias con características muy específicas de la zona, y los valores de los rangos para la evaluación se podrían ajustar a casos reales estudiados directamente. Si por ejemplo se necesitara establecer los rangos de la tipología edificios residenciales en la

provincia de Tarragona, los desarrolladores de la herramienta seleccionar unos edificios existentes y considerar sus características como valores *Benchmark* (o mínimos aceptables). A estos edificios existentes se le podrían aplicar de manera teórica todas las mejoras técnicas disponibles en el mercado, y los resultados obtenidos por este edificio hipotético podrían convertirse en las valoraciones máximas.

3.2.5. Subcriterio RS2

RS2 ¿El sistema permite diferenciar las cantidades de recursos que se consumen por fases del ciclo de vida del edificio?

Según el punto 5 de la Tabla 2.1 del Ministerio de Medioambiente, “el indicador tiene que proveer información de relevancia para determinar objetivos y metas”. Para determinar objetivos de mejora en el comportamiento ambiental de un edificio es necesario conocer que impactos se producen en qué fase del ciclo de vida:

- a) Fase de producción de materiales y fase de construcción. Los consumos debidos a la fabricación de los materiales empleados y a la construcción del edificio son relativamente fáciles de prever y, consecuentemente, los datos introducidos en la herramienta serán más fiables que los relativos a la fase de uso, donde tiene lugar una nueva inversión de materiales de mantenimiento, o derribo.
- b) Fase de uso y mantenimiento. En el cálculo de los probables consumos de recursos propios de la fase de uso, *hay que diferenciar, por ejemplo, en relación a la energía, entre el consumo teórico estimado de recursos y el consumo real como consecuencia del empleo que haga cada usuario*. Normalmente los datos relativos a la obtención del confort, que se pueden extraer de la información de proyecto, son más fiables que los relativos a las actividades que se desarrollan en su interior, por la gran cantidad de situaciones (tipos de usuario, perfiles de uso, cambios en éstos a lo largo del tiempo) que pueden presentarse. Por ello, *para evaluar el consumo energético total en fase de uso, se tendrían que considerar hasta los consumos debidos a un uso negligente*. Al contrario, en fase de proyecto, existe la tendencia a estimar los probables consumos energéticos pensando en usuarios ideales en una situación de alta eficiencia energética, pero muy a menudo, en la realidad, el comportamiento de los usuarios se aleja de las previsiones de uso optimistas. *Se pueden ofrecer a los usuarios herramientas de gestión del consumo energético que pueden ser utilizados con mayor o menor habilidad, pero probablemente nunca se llegará a conseguir las previsiones más eficientes*. Por ello en el momento de valorar el comportamiento en uso del edificio se considera más determinante que los usuarios dispongan de estrategias de gestión (eficientes con los sistemas instalados, compatibles con los posibles usos del edificio, adecuadamente enunciados y transmitidos, compatibles con los métodos de gestión que debe tener un edificio), más que valores concretos de consumo determinados teóricamente.

El camino que se propone es evaluar la potencialidad de sostenibilidad del edificio en uso, basándose en las decisiones de proyecto y no en las previsiones de consumo del edificio funcionando. Por ejemplo, si el edificio dispone de aleros para control solar, la contabilización del ahorro energético es fiable. Si, en cambio, la disminución del gasto energético depende del accionamiento de un toldo, la certeza no existe. No obstante y respecto del comportamiento de los usuarios, se podrían penalizar las potencias elevadas de las instalaciones, o bien comprobar

si se les informa sobre aspectos tales como las estrategias de uso eficiente, el modelo de accesibilidad, las características del suelo y la calidad ambiental anterior a la construcción, la sombra que llegará en los edificios vecinos, etc.

Otro factor a tener en cuenta es la dificultad de prever el consumo de recursos para el mantenimiento de los edificios. Este depende muy significativamente de la regularidad y calidad con la que se efectúa. Igualmente, la sustitución de elementos obsoletos a lo largo de la vida del edificio es imprevisible, de modo que se considera oportuno determinar, a partir de información del propio proyecto o de las prácticas más habituales en los sistemas constructivos empleados, que cada parte del edificio sea proyectada con la idea de que su sustitución se realizará de una manera estándar. Y por supuesto no será lo mismo si el proyecto dispone o no de plan de mantenimiento del edificio, o si los usuarios del edificio cuentan con un plan de esas características y un compromiso de adjudicación del mismo, para su realización, a una empresa especializada.

Resumiendo, en una evaluación realizada en fase de proyecto, el cálculo del consumo de recursos materiales en fase de uso, solo puede aproximarse con simulaciones y previsiones. En este caso, una estimación numérica realizada con sistemas complejos puede resultar poco exacta. Podría ser más eficaz una evaluación de las potencialidades de uso sostenible del edificio, como explicado en el párrafo b. Estos podrían contabilizarse a través de un Checklist que pregunte sobre cuanta disponibilidad de estas potencialidades tiene el edificio. En este caso estos indicadores tendrían que tener un peso menor en la determinación de la valoración final asignada al edificio.

3.3. Viabilidad económica y de uso

Este criterio pretende determinar si el sistema de indicadores es viable de utilizar en términos de tiempo e inversión financiera, o si se puede prever que el usuario de la herramienta tendrá que invertir una cantidad excesiva de recursos profesionales (lo que podría hacerlo fracasar).

Subcriterios para INDICADORES

V1 Disponibilidad de la información necesaria. 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

V2 Coste de generación de los valores del indicador a partir de tales informaciones. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números o cuantificaciones entendibles?

Subcriterios para SISTEMAS

VS1 ¿La herramienta resulta atractiva de utilizar? En general, ¿Los indicadores son convincentes?

3.3.1. Introducción

La Viabilidad requiere que el uso de la herramienta sea económico y lo más atractivo posible, que cada indicador sea fácilmente comprensible, expresado con unidades de medida comprensibles, con números imaginables de utilizar.

Este criterio, como el de Representatividad de la Valoración, nace en referencia a las recomendaciones de la OECD para los indicadores medioambientales. Esta organización en 1993 hablaba de la "Mensurabilidad" explicando que un indicador medioambiental tiene que poder ser obtenido con una relación coste/beneficio razonable como puede consultarse en la Tabla 2.3, Punto 10. También el Ministerio de Medio Ambiente en 1996, hablaba de "eficiencia del indicador" en términos de coste para obtener los datos en relación a la utilidad de la información que pueden aportar. "El indicador ha de ser eficiente en términos de coste de obtención de datos y de uso de la información que aporta" Punto 11, Tabla 2.1.

Los edificios son un sistema complejo. Crear un modelo de los aspectos que intervienen en él es un trabajo arduo que necesita de mucha información y es necesario realizarlo a un coste razonable. El esfuerzo de utilizar la herramienta tiene que ser aceptable en relación a su utilidad y el coste de obtener los datos tiene que ser proporcional al peso del indicador en el conjunto de la herramienta. Pero hay que tener en cuenta que la medición indirecta de las características del edificio basada en documentos, para simplificar la toma de datos y reducir su coste y no en

la obra o en la situación “as build”, es una amenaza constante para la calidad de la valoración (sobre todo si el ámbito geográfico es amplio y diverso).

Por ello la propuesta para configurar el conjunto de datos sobre los que trabajar en la evaluación ambiental del edificio es basarse lo más posible en la información disponible en el proyecto y, especialmente, en aquella que ha sido expresamente enunciada a tal fin. El coste de aportar datos suplementarios suele ser altísimo (y precisamente éste es uno de los problemas detectados en muchos de los sistemas ya existentes).

Dentro de las tablas incluidas en el apartado 1.5, se encuentran varios puntos que sugieren la necesidad de que los sistemas de indicadores sean viables:

- los puntos 6 y 11 de la tabla 2.1, Capítulo 2: “6. Comprensible: El indicador ha de ser simple, claro y de fácil comprensión para los que vayan a hacer uso del mismo; 11. Coste - Eficiencia: El indicador ha de ser eficiente en términos de coste de obtención de datos y de uso de la información que aporta.” MMA 1996

- los puntos 2, 10 de la tabla 2.2, Capítulo 2: “2. Un indicador medioambiental debe ser simple y fácil de interpretar; 10. Un indicador medioambiental debe encontrarse disponible a un ratio coste/beneficio razonable.” OECD 1993

- los puntos 2, 3, 5, 11 de la tabla 2.4, Capítulo 2: “Un indicador tiene que ser: 2. claro en el contenido: fácilmente comprensible, expresables con unidades de medida comprensibles y con números imaginables. Los indicadores tiene que resultar comprensibles y fáciles de utilizar por los usuarios, 3. *Irresistible: interesante, excitante, sugestivo.* 5. *Realizable: que se pueda medir a un coste razonable.* 11. *Se tiene que utilizar la información que la gente pueda medir por sí misma y utilizarla para realizar visiones generales de la situación.*” Balaton Group

- los puntos 4, 9, 10, 11 de la tabla 2.5, Capítulo 2: “4. En un sistema, una parte de los indicadores tienen que medir la causa del problema, no solo el efecto; 9. La medición de los indicadores tiene casi siempre un proceso costoso. Pero existen alternativas más simples. A veces existen caminos inteligentes para medir indicadores donde no hay necesidad de números; 10. Los indicadores pueden ser presentados con varios formatos, no tienen que ser necesariamente números. Pueden ser signos, símbolos, dibujos, colores; 11. Los indicadores pueden ser constituidos con largas bases de datos, caras de mantener, pero resultarán más útiles para la investigación que para ofrecer información al usuario común. Mejor que los indicadores sean inmediatamente, intuitivamente comprensibles, realistas, convencedores. Para obtenerlos pueden ser más eficientes expertos en publicidad, relaciones públicas, artes graficas que burócratas. Si posible, mejor representar los indicadores como gráficos que como números.” Meadows

3.3.2. Subcriterio V1

V1 Disponibilidad de la información necesaria. 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

Para que un sistema de evaluación de la sostenibilidad de los edificios sea viable, “disponible a un ratio coste/beneficio razonable” (Tabla 2.2 Punto 10) y tenga más probabilidades de éxito,

los valores de los indicadores tendrán que poderse determinar unívocamente con procesos transparentes al máximo y, ante todo, a un coste económico razonable. El coste de obtener los valores de los indicadores se determina principalmente por la dificultad de acceso a los datos necesarios para calcular el indicador y por la elaboración que se deba hacer sobre ellos para obtener el resultado del indicador (subcriterio V2). La accesibilidad a los datos para calcular el valor del indicador depende de su relación con los documentos necesarios para realizar el proyecto. Pueden presentarse tres situaciones:

1. *Los datos pueden estar en el proyecto, ya organizados dentro de la lógica del propio documento, resultando fácilmente disponibles: es la situación ideal que permite la máxima economía en la obtención de los datos y en la posibilidad de utilizarlos para generar alternativas de mejora.* Es el caso de factores relacionados con los materiales de construcción que aparecen ya resumidos en los documentos de proyecto con una organización bastante estándar y normalmente informatizada, de manera que aunque tales datos no se encuentren expresados con unidades lógicas para obtener los valores de los indicadores, se podrá obtener esta información con las herramientas adecuadas. En la actualidad y en el ámbito español es el programa informático TCQ 2000, realizado por el ITEC (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña) la herramienta que puede desarrollar esta función. Los datos de impacto ambiental debidos a los materiales de construcción son así accesibles de forma ordenada, utilizando la propia organización de los documentos de proyecto.

También es el caso de documentos de justificación del cumplimiento de determinadas normativas (como la limitación de la demanda energética o el consumo de energía y de las emisiones de dióxido de carbono asociadas que exige el cumplimiento del Código Técnico Español y el Real Decreto de Certificación Energética de Edificios), que ordenan datos y cálculos complejos cuya obtención, si no existiera la exigencia normativa, sería mucho más compleja y costosa. Datos sobre aislamiento acústico y térmico, residuos de construcción, instalaciones de climatización y de iluminación, etc. se encuentran adecuadamente organizados en el proyecto y, por tanto, disponibles para ser usados por la herramienta de evaluación de sostenibilidad. Basarse en ellos es aprovechar una capacidad existente y, en algunos casos, controlada por las autoridades.

2. 3. *Es posible que los datos se encuentren en el proyecto pero desordenados, porque ninguna lógica de la descripción del edificio o de sus procesos de construcción requiere la organización de la información que demanda la herramienta de evaluación.* Los datos para el cálculo de la iluminación o de la ventilación naturales existen en la documentación del proyecto, pero diseminados en varias partes del documento. Agruparlos y ordenarlos puede suponer un recorrido extenso por los documentos del proyecto, más aún cuando muchos de ellos no se encuentran codificados o expresados en forma adecuada para el cálculo de indicadores ambientales.

4. *Si los datos no se encuentran en el proyecto y tienen que ser provistos adicionalmente, se compromete su fiabilidad y también el coste de aplicación de la herramienta.* Los datos de consumo energético del edificio, por ejemplo, dependen de la consideración de las características climáticas de su emplazamiento, que difícilmente estará registrada en el proyecto con suficiente detalle y puede ser de difícil obtención en lugares lejanos de las estaciones climáticas. Normalmente la solución es utilizar datos estimados en situaciones similares, aunque se trata de un trabajo de cierto rigor y, por ello, costoso.

Trabajar con datos existentes en el proyecto, organizados adecuadamente, expresados con las mismas unidades, sujetos a reglamentación legal o administrativa, resulta el camino más eficaz para una herramienta de fácil implantación y uso. Resulta necesario, en cualquier caso, enunciar de manera clara cuales serán los datos del proyecto a utilizar por la herramienta, conocer en qué unidades de medida se tendrán que expresar, como seleccionarlas cuando existen varias opciones, y cuáles son los límites que se deben respetar. Cuanto más complejo sea el proceso de búsqueda de los datos, menos seguros serán los resultados, más difícil su trazabilidad y más necesaria la presencia de expertos para utilizar la herramienta. Y, en consecuencia, menos difusión y menos influencia tendrán.

3.3.3. Subcriterio V2

V2 Coste de generación de los valores del indicador a partir de tales informaciones. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

El segundo factor determinante para que “el indicador se encuentre disponible a un ratio coste/beneficio razonable” (Tabla 2.2 Punto 10), es el proceso de cálculo que debe ser realizado a partir de los datos obtenidos del edificio.

La situación más sencilla es que el dato original sea el valor del indicador. También la transformación de datos con operaciones simples –cálculos aritméticos, tablas con doble entrada, etc.- resulta sencilla, económica y de gran versatilidad, así como asegura una gran trazabilidad de los resultados de la herramienta. Es por ello que es recomendable evitar el uso de algoritmos complejos de cálculo, soportados o no por sistemas informáticos con bases de datos asociadas, ya que esto hace demasiado complejo el sistema de análisis, aumentando el coste de uso de la herramienta. Existen herramientas informáticas gratuitas que trabajan de esta manera, como algunos programas de simulación energética, que no obstante necesitan de tiempo para ser utilizados y por ello aunque sean de libre disposición implican igualmente un coste económico aunque oculto. Excepciones a lo anterior serían unos indicadores que se adecuaron a los que determinan los programas existentes o futuros de uso obligatorio (por ejemplo CALENER en la certificación energética), pudiéndose aprovechar de esta manera los datos ya elaborados (que es la manera más económica y sencilla). Sería un beneficio para la viabilidad del sistema que los indicadores utilicen datos ya elaborados en el proyecto para cumplir con la normativa o con lo exigido por las oficinas de control técnico del seguro decenal.

Los costes de obtención de los valores de los indicadores tienen que formar parte de la concepción de la herramienta. No tener en cuenta tales costes desde el principio significará generar problemas al usuario que se convertirán en una dificultad de implantación y uso del producto. Y ello aún cobra más importancia cuando se tiene en cuenta que el coste de evaluación de un proyecto no se limita a la evaluación de una primera versión sino que debe incluir la evaluación de otras opciones de mejora ambiental mediante sucesivos cambios, debiéndose evaluar en cada oportunidad el coste y el beneficio de cada una de ellas. En consecuencia, el balance del coste de aplicación de la herramienta deberá tener en cuenta también eventuales cambios en nuevas versiones de un proyecto arquitectónico.

Las herramientas eficientes necesitan información compleja, analizan un amplio abanico de factores, pero tal complejidad no tiene que llegar al usuario, tiene que ser interiorizada y filtrada por una interface de uso sencillo. Un ejemplo es la herramienta LEED (*Leadership in Energy*

and Environmental Design)⁷², un sistema de indicadores completo y suficiente que ofrece ayuda para la mejora del comportamiento medioambiental, fácil de entender y que requiere datos que casi siempre pueden encontrarse en la información de proyecto existente. Propone acciones para limitar altos consumos energéticos y el uso de materiales con elevadas emisiones de fabricación (impactos que contribuyen al efecto invernadero, toxicidad, etc....), bajo la premisa de evitar la causa más que de calcular el efecto.

3.3.4. Subcriterios V3, V4, VS1

Según la OECD el indicador tendrá que “ser simple y fácil de interpretar” (Tabla 2.2 Punto 2) y según el Balaton Group “claro en el contenido: fácilmente comprensible, expresable con unidades de medida entendibles y con números imaginables.”. *El uso de la herramienta no debe ser una carga más para el usuario, impuesto por alguna institución, sino una ayuda para tomar decisiones de proyecto en pos de mejorar el comportamiento ambiental del edificio.* Como puede leerse en muchas listas de calidad para indicadores medioambientales de Agendas 21 locales, si deseamos que una herramienta de evaluación de la sostenibilidad sea efectivamente útil tendrá que ser fácil de utilizar, enseñando caminos que generen consecuencias positivas en la sostenibilidad de la comunidad.

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?

Si se quiere que la herramienta tenga éxito y contribuya a un cambio de ruta del sector de la construcción hacia la sostenibilidad se tiene que aspirar a que el esfuerzo, económico y de horas invertidas, necesario para aplicar la herramienta sea el menor posible, garantizando su eficiencia.

Este esfuerzo, como ya explicado para los demás subcriterios de Viabilidad Económica y de Uso, depende por cómo se determinen los valores de los indicadores. Pero es necesario que el proceso de evaluación se realice a un coste económico y de horas de dedicación razonable teniendo en cuenta que se abarata en proporción a la simplicidad con la cual se pueden buscar y consecuentemente elaborar las informaciones.

Donella Meadows expresa una advertencia sobre este punto que es importante considerar “a menudo se escogen indicadores que requieren cálculos largos y costosos, pero, también a menudo, existen alternativas más simples que no necesitan cálculos y que ayudan al usuario a tomar acciones correctivas. (*Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group.* The Sustainability Institute, September 1999).

Así que cuando la búsqueda de datos de un indicador o su sucesiva elaboración resulta demasiado compleja, los desarrolladores de una herramienta tendrían que abrir un proceso de investigación de alternativas más simples, si oportuno también diferentes, por ejemplo abriendo un debate con el comité técnico o con los evaluadores acreditados.

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números o cuantificaciones entendibles?

⁷² En el apartado 2.7 se puede encontrar una descripción de la herramienta LEED, en el apartado 4.4 se puede encontrar el análisis de sus indicadores, en los apartados de 4.6 a 4.11 el análisis de la herramienta como sistema.

Para que la herramienta resulte simple de utilizar y pues más viable, aumentando sus posibilidades de éxito, es necesario que cada indicador sea expresado con un lenguaje inteligible por los probables conocimientos de un usuario medio, que normalmente será un actor del sector de la edificación.

Siendo las herramientas normalmente desarrollada por expertos, se tendría que tener cuidado en no utilizar en los indicadores un lenguaje de especialista, comprensible solo a una elite de profundos conocedores de estos asuntos. Así que se tendría que evitar utilizar unidades de medidas de difícil comprensión para un técnico de la construcción o por lo menos explicar que representan, o cuantificaciones poco comprensibles.

Una estrategia que puede aplicarse para simplificar el mensaje del indicador puede ser adoptar elementos de representación grafica como signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, esquemas, que rindan más intuición un texto. Para esto, como aconseja Donella Meadows, puede ser muy útil incluir en el equipo desarrollador de la herramienta unos expertos en comunicación y/o marketing, que aparte de saber recurrir a elementos gráficos aclaradores, podrían traducir los indicadores en un lenguaje comprensible a un público amplio.

Recomendaciones para indicadores viables (Meadows)⁷³

Sobre el contenido:

- Hay que medir lo que realmente se quiere conocer (¿El real bienestar de las familias o el PIB?). Antes que utilizar un indicador es necesario averiguar que mida lo que realmente se necesita.
- Los indicadores tienen que enseñar claramente a los usuarios como actuar para solucionar un problema, ya que de lo contrario no sirven. Tienen que ser comprensibles. En muchos casos el mismo indicador puede inspirar al usuario a encontrar un camino práctico para resolver su problema específico.
- El usuario tiene que poder entender que aunque el problema sea grande y global, a pequeña escala se puede hacer algo para resolverlo.
- En un sistema, una parte de los indicadores tienen que medir la causa del problema, no solo el efecto.
- Un buen indicador no se tiene que obtener a costa de la sostenibilidad de otra comunidad o de la sostenibilidad global.

Sobre el proceso de elaboración de los indicadores:

- Es fundamental que los indicadores sean limitados en número y todos ellos interesantes y comprensibles, algo que resulta bastante difícil de conseguir.
- Los técnicos especialistas encargados de realizar el sistema de indicadores tienen que tener en cuenta que su visión del mundo es subjetiva y normalmente se concentran en aquello que se conoce descuidando lo que conocen poco o nada. Puede haber desacuerdo entre los técnicos.
- Todos los técnicos tienen indicadores “preferidos”, que reflejan temas que para ellos son de gran importancia. Probablemente no sean los mejores indicadores, pero es importante prestarles atención. Hay que ponerlos en un papel, para poderse concentrar en otros indicadores.

Sobre la viabilidad de la medición:

- La medición de los indicadores tiene casi siempre un proceso costoso. Pero existen alternativas más simples. A veces existen caminos inteligentes para medir indicadores donde no hay necesidad de números y

⁷³ Meadows Donella, *Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group*. The sustainability Institute, <<http://www.sustainer.org/pubs/Indicators&Information.pdf>>, September 1999.

no se interfiere en el sistema (en el Museo de las Ciencias de Chicago sabían cuáles eran las exhibiciones más populares por el deterioro del suelo).

- Los indicadores pueden ser presentados en varios formatos, no necesariamente tienen que ser numéricos. Pueden ser signos, símbolos, dibujos, colores.

- Los indicadores pueden basarse en extensas bases de datos, costosas de mantener, pero en este caso resultarán más útiles para la investigación que para ofrecer información al usuario común. Es mejor que los indicadores sean inmediatamente comprensibles a través de la intuición, sensoriales (comprensibles con los cinco sentidos), realistas, convincentes. En su obtención pueden ser más eficientes los expertos en publicidad, en relaciones públicas, en artes gráficas que los burócratas. Si fuera posible, es mejor representar los indicadores como gráficos que como números.

VS1 ¿La herramienta resulta atractiva de utilizar? En general, ¿Los indicadores son convincentes?

Este Subcriterio tiene como objetivo expresar un juicio sobre lo atractivo que puede resultar en general utilizar una herramienta. El éxito de una herramienta, si su adopción es voluntaria, puede depender de varios factores, entre los cuales podemos incluir los factores representados por los Criterios y Subcriterios explicados en este capítulo. Factores que podemos resumir en la calidad de la calificación ambiental, la capacidad de modelización de la herramienta, la facilidad de uso, la viabilidad económica, su transparencia en detectar los aspectos ambientales a mejorar en el edificio y sugerir acciones correctivas, constituyendo un apoyo al proyecto. Si la herramienta cumple con estos objetivos (reconducibles a los Criterios y Subcriterios de esta tesis), muy probablemente resultará atractiva de utilizar entre las varias existentes en el mercado y podrá disfrutar de un cierto prestigio y difusión.

Cada herramienta, tiene la posibilidad de evolucionar en cada nueva versión. Para esto es muy valioso un trabajo conjunto entre los expertos que desarrollan la herramienta, los certificadores acreditados, que están más a contacto con el mercado, y el consejo técnico en búsqueda de una mejora continua.

También es importante apostar por una *interface* amigable y con funcionamiento de fácil intuición aprovechando las nuevas tecnologías.

3.4. Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos

Este criterio, pretende determinar si la estructura y el contenido de la herramienta resultan ajustados a:

- a) la realidad climática, geográfica, cultural, social y tecnológica propia del contexto donde está situado el edificio,
- b) el nivel de conocimiento del usuario,
- c) los objetivos declarados y de sostenibilidad,

para que la evaluación realizada sea lo más representativa posible del comportamiento ambiental de un edificio.

Subcriterios para el SISTEMA

CS1 ¿Los indicadores tienen un usuario bien definido, coincidente con el que está declarado?

CS2 ¿Los indicadores tienen un objeto de estudio bien definido? ¿Edificio, edificio y entorno, barrio, etc., coinciden con los declarados?

CS3 ¿Qué objetivos reales tiene la herramienta? ¿Se comprenden con claridad? ¿Coinciden con los declarados?

3.4.1. Introducción

Sobre los errores que pueden cometerse en el proceso de selección de los indicadores, tiene mucha importancia la “ambigüedad en cuanto al significado del indicador o disociación entre el indicador y el fenómeno a medir” (Tabla 2.8 Punto 6) Si se pretende que un sistema de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios sea eficiente y se evite la ambigüedad de los resultados, tendrán que estar claramente definidos:

- el perfil del usuario tipo.
- el objeto de aplicación.
- los objetivos que se pretenden alcanzar con el uso de la herramienta (que determinan el tipo de herramienta, su configuración y el destinatario).

3.4.2. Subcriterio CS1

CS1 ¿Los indicadores tienen un usuario bien definido, coincidente con el que está declarado?

El sistema de evaluación se configurará sobre la base del tipo de destinatario y el grado de influencia que se quiere tener sobre ellos. Para maximizar la transmisibilidad de la herramienta, es necesario prever a qué tipo de usuario tendrá que dirigirse. No es lo mismo dirigirse a quien ocupará el edificio, al promotor o a los técnicos. Cada uno tiene intereses diferentes – tanto en el proceso de promoción del edificio como en el de valoración ambiental - con ámbitos de decisión propios y márgenes de actuación con límites diferentes.

Como figuras profesionales implicadas en el proyecto se pueden incluir:

- el cliente final, al que la evaluación garantiza que la casa habitada posee determinadas características respecto del medioambiente.

- el promotor y el constructor, que gracias a la herramienta podrán evaluar las acciones necesarias y los costes relativos para que el edificio tenga la calidad deseada.
- el arquitecto, que usa la herramienta para constatar la eficiencia medioambiental de cada versión del proyecto.
- la administración, que puede utilizar la certificación como medio de control de la calidad ambiental del edificio.

3.4.3. Subcriterio CS2

CS2 ¿Los indicadores tienen un objeto de estudio bien definido? ¿Edificio, edificio y entorno, barrio, etc., coinciden con los declarados?

Existen una serie de variables sobre el objeto de evaluación:

- Fase del ciclo de vida del edificio en la que se efectúa la evaluación.
- Ámbito edificatorio, tipología.
- Ámbito geográfico y climático.
- Fase del ciclo de vida del edificio: La evaluación puede tener lugar en fase de proyecto, cuando la obra se ha acabado, o cuando el edificio ya está en régimen de uso. Si la evaluación se efectuara sólo en la fase de uso se estaría analizando un edificio inmutable, donde sólo sería posible aportar mejoras en la gestión, aunque muy limitadas por los sistemas técnicos de que disponga. *Si lo que se pretende es una herramienta de fácil uso, que ayude a mejorar la eficiencia ambiental de los edificios, la evaluación se deberá realizar en fase de proyecto, cuando todavía se está a tiempo de aplicar las acciones correctivas oportunas.* No obstante, es importante tener presente que, tal como se hace en la Certificación Energética de Edificios vigente en España, podría haber un sello provisional en fase de proyecto y otro definitivo, con idéntica o diferente calificación en función de los cambios que podrían haber tenido lugar, una vez que el edificio esté construido (la situación *as build*).

Aunque el objeto de evaluación sea el edificio en funcionamiento, es necesario generar una evaluación en fase de proyecto, que es el momento en el que se determinan sus calidades. Quien certifica normalmente es el promotor (para vender) y no el usuario.

La herramienta será más válida cuanto más reducido sea el ámbito de aplicación, en base a la tipología, el uso o la geografía y el clima.

- Ámbito edificatorio, tipología: Las herramientas para la evaluación de la sostenibilidad en estudio tienen como objeto de calificación ambiental los edificios, pero en su realización habrá que tener en cuenta de que edificios con la misma volumetría pero tipología diferentes pueden tener comportamientos ambientales no similares. *La calidad de la calificación atribuida por una herramienta está fuertemente ligada a la diversidad tipológica sobre la que se aplica.* No son comparables los edificios de oficina con los comercios, multiresidenciales o educativos. Los sistemas constructivos (acabados, estructura, instalaciones, envolvente, etc.) marcan diferencias a tener en cuenta como el uso que se realizará (el gasto energético en fase de uso se puede suponer mayor en comercios que en viviendas).

Este tipo de cuestionen pueden ser incorporadas por las herramienta a través de una adaptación de mínimos y máximos a cada tipología (administrativos, residenciales permanentes, de alojamiento temporal, educativos, deportivos, centros de enseñanza, etc.) o

también atribuyendo un peso diferente a algunos indicadores. Por ejemplo en un edificio de oficinas el uso de agua no tendrá el mismo peso que en hoteles o multideportivos.

- **Ámbito geográfico:** trabajando con un ámbito geográfico concreto y reducido (ninguno de los sistemas de evaluación considerados lo define) serán más realistas los sistemas constructivos, las condiciones climáticas y la respuesta del edificio a ellas, así como las alternativas de mejora posibles. *Esta es la razón por la que una herramienta de evaluación de sostenibilidad no puede ser universal, ni evaluar con los mismos valores de referencia un mismo territorio nacional. ¿Se pueden utilizar los mismos valores de referencia en el País Vasco, en la Comunidad de Madrid o en Cataluña? Y aún dentro de la primera o la última, ¿es igual en los Pirineos o en el litoral? Las condiciones climáticas marcan diferencias a tener en cuenta. Esta reflexión permite entender que la calidad de una herramienta está fuertemente ligada a la variedad del ámbito geográfico y a la diversidad tipológica sobre la que se aplica.* En algunos casos, herramientas de evaluación que tocaban ámbitos geográficos demasiado heterogéneos han tenido poco éxito. La escala aceptable de homogeneidad geográfica para la evaluación podría ser el perímetro municipal, del cual puede disponerse de datos climáticos como temperatura, pluviometría, etc.

Un método para ajustar la herramienta a los ámbitos geográficos es la atribución de pesos (coeficientes de ponderación) a los indicadores, calibrados por un grupo de expertos teniendo en cuenta las peculiaridades de clima, cultura, aspectos sociales, económicos, técnicos, como pasa en las herramientas de la familia iiSBE. A factores de mayor importancia en un área geográfica se le atribuiría un peso mayor y viceversa.

3.4.3. Subcriterio CS3

CS3 ¿Qué objetivos reales tiene la herramienta? ¿Se comprenden con claridad? ¿Coinciden con los declarados?

La OECD requiere que la realización de sistemas de indicadores sean guiados por unos específicos objetivos. *Una herramienta de evaluación ambiental para edificios puede tener varios objetivos y éstos pueden influir en las acciones de varios de los agentes implicados en el proceso.* El objetivo último de estas herramientas es evaluar la sostenibilidad ambiental de los edificios, que se efectúa en base a los impactos ambientales asociados a su ciclo de vida, pasando por la fabricación de los materiales y siguiendo por la construcción, la fase de uso del edificio, los procesos de derribo y la gestión en la deposición final de los residuos.

Para que el objetivo originario de evaluar correctamente la sostenibilidad ambiental se cumpla, para que la calificación ambiental de los edificios sea coherente con la realidad de su nivel de sostenibilidad ambiental (como se define en el apartado 3.6 de esta investigación), es conveniente que los factores no estrictamente vinculados a ella, como las condiciones de calidad ambiental interior, económicas u otras que pudieran existir se evalúen en otros módulos paralelos. Se trata de aspectos importantes, pero cuya presencia puede adulterar la evaluación ambiental y, en algún caso, justificar un derroche de recursos fósiles para obtener confort ambiental, que se hubiera podido obtener aprovechando las energías naturales.

Cuando se habla de sostenibilidad siempre se evidencia que esta está constituida por tres "patas": la sostenibilidad ambiental, social y económica y que una no puede desarrollarse sin la otra. Se concuerda plenamente con esta visión. En el caso de las herramientas en estudio no tendría sentido conseguir edificios que cierren el ciclo de los recursos materiales sin pero garantizar unos mínimos de confort (que también son subjetivos: 18º en un interior en invierno

en esta tesis se consideran aceptables, pero por algunas herramientas no...) o aceptar que se construyan explotando los trabajadores. Pero se afirma que se tendrían que encontrar otros caminos paralelos para evaluar los factores de sostenibilidad económica y social implicados en los ciclos de vida del edificio sin mezclarlos con los indicadores que buscan calificar impactos. Esto simplemente por un tema de método y de interpretación clara de los resultados. Si la evaluación del nivel de ruido (muy importante para el bienestar de los usuarios) se pondera conjuntamente con la evaluación de la cantidad de impactos ambientales producidos, el resultado final tendrá un significado ambiguo. ¿Qué parte de la nota final deriva de su comportamiento ambiental y cuanto del confort?

Se propone que los factores no directamente relacionados con la sostenibilidad ambiental, como los aspectos de calidad ambiental interior, de gestión ambiental en fase de uso y de aspectos sociales y económicos (que naturalmente deben y pueden ser evaluados), se evalúen separadamente de ésta (como ya ha sido comentado en el punto 3.1.3.3.).

En las herramientas analizadas se nota una serie de tendencias que van en sentido contrario a la observación anterior: en todas se incluyen los aspectos de calidad ambiental interior. Mientras que los indicadores, en la consideración del uso de los recursos para construcción, mantenimiento y uso del edificio, siempre valoran la reducción del impacto generado (y esto implica fijar un límite que tiende a cero), no se pone límite al nivel de confort, habitabilidad, impacto. Siempre podría aumentarse en cantidad y en nuevos aspectos cualitativos.

El sistema japonés CASBEE evalúa como el auténtico indicador de sostenibilidad (BEE) la relación entre el nivel de calidad ambiental interior obtenido respecto a una valoración basada en puntos de los recursos necesarios para obtenerlo. Parece lógico relacionar el consumo de recursos con la utilidad obtenida mediante ese consumo. El problema es que ello al mismo tiempo podría autorizar un aumento continuo del uso de recursos – cuya limitación es una de las causas originales del nacimiento de la exigencia de sostenibilidad – justificado por el conseguimiento de mejor valores de confort, generándose así una contradicción irresoluble (para profundizar ulteriormente, se puede consultar el párrafo 2.4.7 “Estrategia Operativa”).

Los aspectos de sostenibilidad social y económica podrían que ser establecidos antes de la evaluación ambiental de los edificios –como requisitos a cumplir- y a partir de aquí se tendría que trabajar en satisfacerlos de la manera ambientalmente más eficiente. Previamente a la realización del proyecto tendrían que establecerse filtros que hagan imposible la certificación, por ejemplo, de un edificio donde está previsto fabricar armas o en cuya construcción intervenga trabajo en negro.

Los aspectos relativos a la gestión del edificio (por ejemplo, sus instalaciones), de sus actividades relacionadas con el edificio (por ejemplo, el tratamiento de los residuos sólidos) e incluso de actividades no relacionadas con el edificio (por ejemplo, los criterios de compra y abastecimiento o la movilidad asociada), también deben ser incluidos en la evaluación y calificación de los sistemas ambientales. Se trata de aspectos de gran repercusión en el impacto ambiental del edificio, considerado globalmente, en la escala de su ciclo de vida. Contar con un edificio preparado para reducir sus impactos ambientales manteniendo un nivel de calidad ambiental interior adecuado es el punto de partida para alcanzar buenos resultados, aunque estos dependen en buena medida de cómo será la gestión que se aplicará sobre éste y sus actividades a lo largo de toda su vida útil. La fase de gestión también debe ser, al igual que los aspectos comentados en los párrafos anteriores (por ejemplo, la calidad ambiental interior), evaluada y calificada en forma independiente de la sostenibilidad ambiental del propio edificio.

3.5. Capacidad de Guiar hacia la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio

Este criterio verifica si la herramienta, en fase de proyecto, cumple la función de guía para la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio, si sugiere al usuario unas soluciones correctoras que propongan cómo hacer progresar las prestaciones ambientales del edificio, si son éstas económicamente viables y si el proceso de evaluación de la herramienta es transparente, de manera que se pueda identificar cuáles son los puntos débiles del proyecto a corregir.

Subcriterios para los INDICADORES

G1 ¿El indicador brinda orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

G2 ¿Se especifican las repercusiones ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

G3 ¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo (tablas, algoritmos) empleadas?

G4 ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente, técnicamente y socialmente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

G5 ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?

G6 ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

Subcriterios para el SISTEMA

GS1 ¿El sistema ayuda a entender que la sostenibilidad se puede traducir en acciones concretas? ¿Indica cuáles son las estrategias, las acciones importantes?

GS2 En la definición de los rangos, ¿Existe la posibilidad de asumir nuevas técnicas, sistemas, materiales según vayan apareciendo en el mercado? ¿La herramienta podrá evaluarlos de manera homogénea con los ya presentes?

GS3 ¿Se enseñan buenas prácticas de referencia?

3.5.1. Introducción

Según el Programa 21, un buen indicador tiene que “ser comprensible y explicar cuales acciones pueden causar problemas y cuales medidas, aunque pequeñas, pueden contribuir a solucionarlos” (Tabla 2.3 Punto 3) y tiene que “permitir a la gente de utilizarlo con facilidad y enseñar lo que puede cambiar para incidir positivamente en la sostenibilidad de la comunidad” (Tabla 2.3 Punto 4). Según el Balaton Group el buen indicador tiene que ser “claro en los valores: tiene que quedar claro que dirección es la buena y cual la mala” (Tabla 2.4 Punto 1).

Uno de los 3 objetivos principales que la normativa técnica ISO/TS 21929-1:2006 (mira párrafo 1.6.1.1) asigna a los indicadores medioambientales es que estos transmitan información⁷⁴ útil a quien lo use. *La OECD fomenta el uso de los indicadores como guía para la acción*, contrastando con la tendencia actual de utilizarlos sólo para obtener datos y calificar, y afirma que un indicador técnicamente válido conlleva necesariamente una información fácilmente transmisible.

En el ámbito de la construcción sostenible, esto significa que *el uso de estas herramientas no puede limitarse a la valoración de la calidad ambiental, sino que debe ofrecer a los técnicos una información clara que pueda incidir en sus decisiones, para influir en el sector y mejorar su comportamiento ambiental. Si se considera que el objetivo de la herramienta sólo es la valoración de la calidad ambiental, ésta será sorda y muda. Hacerla entendible y transmisora de conocimiento no es un proceso complementario sino principal. La valoración de la calidad ambiental debe ir acompañada de comunicación capaz de influir en el sector y mejorar sus niveles de sostenibilidad.*

En la mayoría de los indicadores LEED, la calificación es significativa y ofrece al usuario información relevante que puede incidir sobre sus decisiones. Ejemplo de ello son los indicadores de la sección *Materials & Resources* (Materiales y Recursos):

- *Building Reuse - Maintain 100% of existing building structure and shell AND 50% non-shell (walls, floor coverings, and ceiling systems)*: Reutilización de edificios - Mantener el 100% de la estructura existente del edificio y de la fachada y reciclar el 50% de la parte no estructural (paredes, revestimientos de suelos y cubierta);

- *Construction Waste Management. Recycle and/or salvage at least 50% (by weight) of construction, demolition, and land clearing waste* - Gestión de residuos de construcción – reciclaje y / o recupero de por lo menos el 50% (en peso) de residuos de construcción, demolición y movimiento de tierras.

Se hace notar que los cambios sugeridos por estos indicadores son económicamente viables y fáciles de conseguir en el mercado.

Dentro de las tablas incluidas en el apartado 1.5, se encuentran varios puntos que sugieren la necesidad de que los sistemas de indicadores tengan función de guía:

- los puntos 3, 4, de la tabla 2.3 (3. Un buen indicador es comprensible. Tiene que explicar cuales acciones pueden causar problemas y cuales medidas, aunque pequeñas, se pueden tomar para contribuir a solucionar el problema; 4. Tienen que enseñar a la gente lo que pueden cambiar para incidir positivamente en la sostenibilidad de la comunidad, Agenda 21)

- los puntos 1, 8, 12 de la Tabla 2.4 (1. Un indicador tiene que ser Claro en los valores: tiene que quedar claro que dirección es la buena y cual la mala; 8. Con escala apropiada: no demasiado o demasiado poco agregado; 12. Organizado jerárquicamente: para que un usuario pueda conocer los detalles y el mensaje general rápidamente, Balaton Group),

- los puntos 2, 3, 12 de la Tabla 2.5 (2. Los indicadores tienen que enseñar claramente a los usuarios como actuar para solucionar un problema, contrariamente no sirven. Tienen que ser comprensibles. En muchos casos el mismo indicador puede inspirar el usuario a encontrar un camino práctico para resolver su específico problema. 3. El usuario tiene que poder entender que aunque el problema sea grande y global, a pequeña escala se puede hacer algo para

⁷⁴ Mira apartado 1.3

resolverlo; 12. En un sistema, una parte de los indicadores tienen que medir la causa del problema, no solo el efecto. Donella Meadows),

- el punto 3 de la Tabla 2.6 (3. Transparencia: la información puede ser manipulada para justificar el propio punto de vista. Para evitar distorsiones en la información es bueno dejar a disposición la información originaria, para resalir a ella y poder comprender mejor el sistema de análisis. Balaton Group)

3.5.2. Subcriterios G1, G2, GS1, GS3

G1 ¿El indicador brinda orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

G2 ¿Se especifican las repercusiones ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

GS1 ¿El sistema ayuda a entender que la sostenibilidad se puede traducir en acciones concretas? ¿Indica cuáles son las estrategias, las acciones importantes?

GS3 ¿Se enseñan buenas prácticas de referencia?

Un indicador tiene que transmitir claramente al usuario las soluciones posibles *para resolver los problemas que detecta*.

Se requiere que la propia herramienta sugiera caminos prácticos para desarrollar proyectos de edificios y construir de manera más sostenible. A partir de la información ofrecida por el indicador debe ser posible deducir acciones correctivas que maximicen la sostenibilidad ambiental del producto debiéndose, además, poder estimar el coste de cada una de ellas. Esta información deberá ser enunciada de manera fácilmente comprensible para el nivel de conocimiento y el ámbito de acción del usuario.

Resumiendo, será necesario dar a conocer:

- a) qué acciones correctoras son posibles,
- b) cuánto influirán en la mejora del proyecto en evaluación,
- c) cuáles serán los costes de su aplicación.

Para que ello sea posible durante el uso de la herramienta se deberá aportar:

- información sobre aspectos relevantes del edificio en cuestiones de sostenibilidad.
- comparaciones con otros edificios de referencia o modelos de sostenibilidad.

Es conveniente que las acciones correctivas se expresen en propuestas de proyecto, adopción de sistemas o de estrategias concretas.

Los sistemas tipo *Checklist* tienen la ventaja de la comunicabilidad y de la facilidad de evaluación. Explican claramente cuáles pueden ser las acciones correctivas y, por eso, tienen un buen potencial para conducir los usuarios hacia buenas prácticas en el sector.

Que un indicador proponga acciones más sostenibles, que no solamente midan la evolución de un fenómeno, es un requisito importante ya reclamado para las *Agendas 21*, tal como se reseña a continuación:

Los indicadores pueden explicar cómo la sostenibilidad se traduce en acciones concretas (las decisiones relativas a un solo proyecto son relacionadas a un fenómeno tan amplio como la viabilidad de nuestro modelo social).

Pueden educar sobre cuáles son los gestos, las acciones importantes a adoptar (los indicadores pueden ayudar a las personas a enfocar las acciones y decidir con seguridad dónde dirigir sus esfuerzos).

Pueden dar un punto de vista objetivo, que se pueda medir, respecto del peso de las acciones.

Pueden motivar a la acción sostenible ("quiero obtener una puntuación mayor").

3.5.3. Subcriterio G3

G3 ¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo (tablas, algoritmos) empleadas?

Por transparencia de la valoración se entiende que, durante el uso de la herramienta, el usuario debe poder conocer la valoración que el proyecto obtiene en cada indicador, así como las consecuencias de la aplicación de las posibles acciones correctivas. La herramienta deberá mostrar, a un coste razonable, cómo cada decisión de proyecto influye en el resultado final y cómo varía la evaluación en relación a cada cambio en el proyecto. Finalmente, debe poderse conocer el peso relativo de cada una de las posibles decisiones a tomar en la evaluación global.

Por otra parte el usuario debe poder saber qué aspectos del proyecto no son ambientalmente aceptables, para poderlos corregir. Para facilitar tales cambios, la herramienta deberá proponer una serie de opciones correctivas cuyo beneficio y coste será claramente descrito y cuya influencia en el resultado final deberá situarse en un coste razonable. Resumiendo, debe ser posible entender qué acciones correctivas son posibles frente a situaciones no aceptables, cuanto influirán en la evaluación global, y qué costes tendrán que asumirse para obtener una puntuación más elevada.

D. Meadows escribe: "en un indicador tiene que ser claro cuál dirección es buena y cuál es negativa. Es necesario dar información clara, honesta y de manera convincente sobre las consecuencias de las acciones, para poder transformarlas. La ausencia de este tipo de información, especialmente sobre las consecuencias a largo plazo y en lugares lejanos, ha llevado al actual modelo de desarrollo insostenible".

3.5.4. Subcriterios G4, G5

G4 ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente, técnicamente y socialmente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

G5 ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?

Estos subcriterios indican que los indicadores no deberían limitarse a ofrecer a los usuarios sólo acciones correctivas, sino que deberían brindar también información sobre la viabilidad económica, técnica y social de esas acciones correctivas (por viabilidad económica se entiende el recurso financiero necesario para aplicarlos, por viabilidad técnica se entiende la dificultad propiamente técnica de implantar una mejora, por viabilidad social se entiende la dificultad con la cual una mejora podría ser aceptada, como por ejemplo el wáter seco).

La situación deseable es que cuando la herramienta proponga acciones correctivas, se especifique cuál aplicar en primer lugar porque es la que ofrece la mejor relación beneficio ambiental/inversión económica, para dar a conocer dónde invertir los recursos económicos disponibles.

Premiando las opciones correctivas con mejor relación coste/beneficio *se fomenta que la inversión se realice con la máxima repercusión ambiental positiva posible*, ya que de ese modo podrán aplicarse más acciones correctivas. Se desea que cada euro se gaste de la manera más eficiente posible en beneficio del capital natural, considerando los recursos financieros como uno más de los medios disponibles para conseguir el objetivo de limitar los impactos ambientales para el planeta.

Determinar la ponderación entre costes económicos, técnicos y sociales, y beneficios ambientales en la determinación de los rangos de evaluación es fundamental para que los recursos puestos en juego para mejorar la sostenibilidad se aprovechen con el máximo rendimiento. Esto, conjuntamente a la posibilidad de introducir nuevas estrategias disponibles y de evaluarlas como las que ya están presentes en el sistema, haría que la herramienta se adecue a la realidad del sector.

El Subcriterio G4 averigua si las acciones correctivas propuestas son económicamente, técnicamente, socialmente viables. El Subcriterio G5 averigua si se propone un *ranking* de estas opciones correctivas para dar prioridad a las más convenientes.

Estos subcriterios no se ocupan de los factores implicados en un eventual cálculo del coste monetario a lo largo del ciclo de vida del edificio, que desde el punto de vista de esta investigación, debería concretarse por medios ajenos a la evaluación ambiental para, como ha sido dicho antes, evitar su distorsión⁷⁵. Además se quiere recomendar que en el caso de una valoración del coste monetario debido al ciclo de vida del edificio, en relación al uso de recursos se consideren no solo sus costes de extracción mas también los de reposición reflejando así las reales exigencias de la sostenibilidad donde si se utiliza un recurso se tiene que remplazarlo de una u otra manera.

⁷⁵ Mira párrafos 3.1.3.3. y 3.4.3

3.5.5. Subcriterios G6, GS2

G6 ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

GS2 En la definición de los rangos, ¿Existe la posibilidad de asumir nuevas técnicas, sistemas, materiales según vayan apareciendo en el mercado? ¿La herramienta podrá evaluarlos de manera homogénea con los ya presentes?

El Subcriterio G6 se preocupa de analizar cada indicador en el sentido de si en la práctica se pueden alcanzar las puntuaciones máximas o si, por el contrario, sus requerimientos son excesivamente exigentes. El Subcriterio GS2 analiza si se tiene la posibilidad de ir introduciendo en una misma versión de la herramienta nuevas técnicas, sistemas materiales, para añadirlos a las acciones correctivas ya presentes según vayan apareciendo en el mercado. Esto permitiría a la herramienta no quedarse obsoleta.

3.6. El modelo de edificio sostenible en el que se basa la herramienta tiene que cerrar el ciclo de los recursos materiales.

“El servicio prestado por el medio natural sólo le podrá ser devuelto a través de la restitución del auténtico valor que ha aportado al sistema económico con el material que ha suministrado.”⁷⁶
J.M. Naredo, A. Valero

El concepto de sostenibilidad ambiental está íntimamente ligado a la condición del cierre del ciclo de los materiales, porque sólo de esta manera se puede garantizar a las generaciones futuras que dispondrán por lo menos de los mismos recursos que existen en la actualidad.

Subcriterios para el SISTEMA

CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?

CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

3.6.1. Introducción

El concepto de sostenibilidad pide de mantener la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades y esto implica mantener el capital natural, de modo que en el futuro pueda disponerse por lo menos del mismo nivel de recursos que en la actualidad. Para que esto se consiga, se considera necesario actuar coherentemente con la sostenibilidad fuerte, aspirando al cierre de los ciclos de los recursos. De esta manera, el objetivo último de las herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios tendría que ser no sólo promover una práctica edificatoria consciente de sus implicaciones ambientales e intentar mejorar alguna de sus prestaciones, sino también impulsar o acompañar un cambio radical en las mismas bases del sistema técnico para conseguir edificios que cierren el ciclo de los recursos.

La asunción de las demandas de sostenibilidad fuerte por parte del sector de la edificación implica la necesidad de generar una nueva visión en sus agentes, visión que debe ser capaz de entender la construcción y el uso de los edificios como un metabolismo ordenado de recursos materiales y energéticos cuyo fin es obtener habitabilidad. A partir de la revolución industrial, los recursos que empleamos, fundamentalmente, siguen una secuencia lineal que se puede resumir en la cadena extracción, fabricación, uso y residuo, representativa de la industria en general y de la construcción en particular. Actuar sobre esta problemática, que comporta como consecuencia directa e inseparable un deterioro ambiental creciente que se hace patente en el consumo de recursos no renovables y en la generación de residuos contaminantes, implica

⁷⁶ José Manuel Naredo y Antonio Valero, *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Visor Distribuciones y Fundación Argentaria, 1999.

elaborar estrategias que permitan ir transformando el tránsito lineal de los recursos en un circuito cerrado capaz de recuperar los residuos como materias primas.

El reto es, tanto para el sector de la edificación como para otras actividades, sustituir aquella secuencia lineal por un nuevo ciclo continuo de reciclaje, uso, y nuevo reciclaje. Una mirada intencionada sobre la evolución de la práctica del sector detecta que hay un reconocimiento genérico de los problemas ambientales que la actividad comporta y, aún más, que esta asunción en muchos casos pone en marcha algún tipo de respuesta. Aún así, la mayoría de estas iniciativas, como por ejemplo los recientes cambios del marco normativo para incorporar exigencias de eficiencia energética, o la mayoría de las herramientas y certificaciones ambientales para edificios, no cuestionan ni sugieren cambios (a escala asumible en un proyecto de edificación) en el modelo productivo lineal que causa los problemas mencionados y, por lo tanto, están orientadas a disminuir los impactos pero no a neutralizarlos. Dicho de otra manera, pueden llegar a hacer que la situación sea menos grave pero no harán que los problemas de fondo desaparezcan. Considerando la magnitud de las problemáticas ambientales a las cuales hay que responder para evitar el colapso del sistema medioambiental, poniendo en peligro la supervivencia entre otras especies de la raza humana (la alteración del clima por la emisión de gases de efecto invernadero, la eutrofización de las aguas continentales, la erosión del suelo causada por la pérdida de materia orgánica, la extinción masiva de especies y la pérdida de biodiversidad, etc.) se requieren soluciones contundentes.

Poniendo la mirada en el objeto de esta investigación, las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios, se puede observar que la mayoría de las herramientas trabaja en el ámbito de las estrategias paliativas, es decir en disminuir la intensidad de un problema (por ejemplo, en que una vivienda consuma menos energía) aunque también podría, o debería, trabajar en el ámbito de las estrategias definitivas (que la vivienda consuma la mínima energía y que ésta sea renovable).

3.6.2. El cierre de los ciclos materiales

En este párrafo se explica que se entiende por el cierre de los ciclos materiales, que constituye la idea de sostenibilidad de referencia de esta investigación. Los procesos de producción que se aplican a los materiales, como su propio consumo, no suponen, aunque las palabras que utilizamos indiquen eso, ni producción ni consumo de materiales ya que la materia ni se crea ni se destruye. En términos económicos lo que se produce es una utilidad a través de la selección y organización de los materiales obtenidos del medio. Esta utilidad tiene relación con un servicio determinado (con valor comercial) que se extrae del producto en ese momento que habitualmente se denomina consumo. A partir de allí los materiales pierden la utilidad que tenían y se desorganizan, se desordenan, volviendo al medio en forma de residuos dispersos.

¿En qué reside la utilidad que ofrecen los recursos y qué falta en los residuos? ¿Cuál es el servicio real que ofrece la naturaleza? Los materiales que se consideran recursos disponen, respecto otros y en oposición a los residuos, una cierta disposición que se podría definir como orden, la más cercana a la disposición necesaria para ofrecer la utilidad requerida. Así, por ejemplo, los minerales comerciales poseen una cierta ley o concentración de metales superior a otros, que les otorga utilidad y, por tanto, valor económico. Con la ayuda de la energía, proporcionada por otro tipo de materiales y otra organización, se aumenta el orden de estos materiales naturales hasta el punto adecuado para proveer el servicio. Después, y como se ha dicho, estos materiales se dispersan en el medio en un proceso continuado de desorganización, fenómeno que sigue la tendencia de los procesos naturales hacia la máxima dispersión de materiales y energía (o de mayor entropía).

Con el proceso de conversión de recursos en residuos dispersos –propio del sistema productivo actual– se está deteriorando el capital natural que la Tierra posee (expresado en la concentración en que ciertos materiales se encuentran, por ejemplo) aumentando la velocidad de dispersión de materiales con la cual los procesos físicos naturales estarían operando. A partir de una consideración estricta de la sostenibilidad física, mantener la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades implica mantener el capital natural, de modo que en el futuro pueda disponerse del mismo nivel de recursos que en la actualidad. Este es el reto, precisamente, que se desprende del informe *Our Common Future* de Naciones Unidas, cuando planteaba ya en 1987 el concepto de desarrollo sostenible. *Mantener constante este capital natural implica transformar los residuos en recursos, devolviéndolos al mismo nivel de organización en el que los encontramos en la naturaleza para su próximo uso.* Esto es el cierre de los ciclos de los recursos materiales.

3.6.3. El cierre de los ciclos materiales en la edificación

En la tecnología de la edificación, la ruptura con el sistema técnico tradicional que mantenía relación con el cierre del ciclo de los materiales tiene dos componentes:

1 - *Una parte esencial del sistema de producción se ha transferido a la industria, obviándose estrategias tradicionales de gestión de los materiales que aseguraban su sostenibilidad para incorporarlos al metabolismo industrial lineal.* La individualización y consecuente independencia de cada actividad productiva - basadas ahora en materiales de origen mineral en ciclos abiertos - cuya disponibilidad exige el aumento de la capacidad de extracción y del vertido de los residuos, elimina la necesidad de coordinación necesaria para aprovechar unos recursos cuya co-gestión con otras actividades es mucho más compleja que la que precisa el modelo productivo industrial.

2 - *Paralelamente a la transferencia del sistema de la producción de los materiales arquitectónicos al nuevo sistema técnico, se verifica su penetración en el mismo funcionamiento de los edificios, en la prestación de los servicios básicos que configuran el sentido social de la arquitectura: la habitabilidad.* Con el nuevo paradigma se abandonan una serie de recursos, de sistemas funcionales que garantizaban la habitabilidad de la arquitectura (como por ejemplo escaleras y ventanas) y que, a pesar de su persistencia formal en la continuidad de los elementos arquitectónicos, han perdido la funcionalidad que ahora es asumida por nuevos recursos. Las condiciones térmicas y lumínicas de los espacios, el control del ciclo del agua en el edificio, el movimiento vertical de personas y materiales, son algunos de los aspectos funcionales suministrados ya de forma generalizada por sistemas mecánicos alimentados por energía proveniente del sistema basado en combustibles fósiles y fuentes nucleares.

En frente a esta situación, *es necesario que los procesos de la edificación vuelvan a ser considerados gestores de recursos,* porque ello es necesario para el cierre del ciclo de los materiales. La mejora de la calidad espacial y funcional que se obtiene en el lugar donde se construye no se tiene que obtener a costa de la degradación de la cualidad espacial y ambiental de los lugares donde se producen los recursos, una pedrera, un bosque o la misma atmósfera.

Es necesario establecer estrategias funcionales para obtener la habitabilidad desde la consideración de ciclos materiales cerrados.

3.6.4. Subcriterios CRS1, CRS2

CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?

Cada herramienta tiene detrás un concepto que puede coincidir con una idea de sostenibilidad fuerte (que exige impactos mínimos o nulos) o débil (donde están orientadas a disminuir los impactos pero no a neutralizarlos). En este último caso se puede llegar a hacer que la situación sea menos grave pero no a hacer desaparecer los problemas de fondo. Si se quiere que las generaciones futuras tengan a disposición por lo menos los mismos recursos que ahora, las herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios tendrán que hacer suya la exigencia de que los edificios que evalúan cierren el ciclo de los recursos materiales a largo de su ciclo de vida.

La sostenibilidad exige un cambio radical del sistema técnico que afecta a las mismas bases del sistema productivo de nuestra sociedad: el cierre del ciclo de los materiales. A partir de ello *un sistema o una herramienta de evaluación de la sostenibilidad deben contar con indicadores útiles y precisos para medir como los ciclos materiales son considerados y, más aún, como se aproximan o no a la gestión en ciclo cerrado.*

El método que se ha establecido para identificar qué tipo de sostenibilidad tiene detrás una herramienta es calificar el edificio teórico que se delinea cuando cada uno de sus indicadores obtiene la máxima puntuación: ¿Se sigue produciendo impactos? ¿Cuántos recursos no renovables se gastan? ¿Los inputs de energía o materiales necesarios se satisfacen con energías o materiales renovables?

CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

La demanda de cerrar los ciclos materiales sobre los procesos técnicos actuales afecta la disponibilidad de los materiales que suministran energía, implicando la limitación de las fuentes disponibles. *Es necesario, por tanto, establecer máximos a las cantidades de materiales disponibles y organizar nuevos procesos para gestionarlos cerrando ciclos.*

La segunda estrategia que podría tener una herramienta para promover la sostenibilidad fuerte en los edificios es poner unos límites máximos a la cantidad de materiales y energía no renovable disponible. Eso porque puede verificarse que algunos edificios obtengan la certificación aunque causando altos consumos energéticos o de agua o con mucha energía imbuida, siendo estos malos resultados compensados por buenas puntuaciones en otras áreas de interés. Poniendo límites máximos de gasto de recursos se evitan estas situaciones.

3.7. Cuadro global de criterios y subcriterios para el análisis de las herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios

Cuadro global de subcriterios para el análisis de los indicadores	
Modelización	Determina si la cantidad de indicadores es limitada, si son todos útiles (suficientes), y que no se excluya ningún tema relevante (si el sistema es completo).
	<p>M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?</p> <p>M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?</p>
Representatividad	Observa si la evaluación asignada es correcta
	<p>R1 ¿La máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables? ¿Se pasa del 1 al 2 y del 2 al 3 con un esfuerzo proporcional? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con demasiado o demasiado poco esfuerzo? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?</p> <p>R2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.</p>
Viabilidad de uso	Determina si la herramienta es viable de utilizar en términos de tiempo e inversión financiera
	V1 Disponibilidad de la información necesaria. 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.
	V2 Coste de generación de los valores del indicador a partir de tales informaciones. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?
	V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?
V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?	
Capacidad de Guiar	Verifica si la herramienta, en fase de proyecto, cumple la función de guía para el mejoramiento de la sostenibilidad ambiental del edificio
	G1 ¿El indicador brinda orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?
	G2 ¿Se especifican las repercusiones ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?
	G3 ¿Es transparente la asignación de: 1-una determinada valoración; 2-el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3-las bases de cálculo (tablas, algoritmos) empleadas?
	G4 ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?
	G5 ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?
G6 ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?	

Cuadro global de subcriterios para el análisis de las herramientas de evaluación ambiental de edificios	
Modelización	Determina si la cantidad de indicadores es limitada, si son todos útiles (suficientes), y que no se excluya ningún tema relevante (si el sistema es completo).
	MS1 ¿Se contempla cada factor importante del sistema para la sostenibilidad (materiales, energía, agua, residuos, suelo) en cada fase del ciclo de vida del edificio (proyecto, construcción, uso, demolición)? ¿Existen vacíos, temas no contemplados?
	MS2 ¿Se consigue establecer una diagnosis de la realidad del edificio? ¿Se consigue proporcionar una descripción empírica del edificio, completa aunque el modelo se reduzca en número de componentes? ¿Es completo?
	MS3 ¿Estas variables son agrupadas por temas de interés?
	MS4 ¿La cantidad de indicadores es limitada, en la cantidad mínima posible pero son todos ellos necesarios para describir el sistema? ¿Son suficientes?
MS5 ¿Existe un indicador sobre los impactos que se producirán a lo largo de la vida útil del edificio para establecer en qué grado el edificio consigue cerrar el ciclo de los recursos materiales?	
Representatividad	Observa si la herramienta realmente refleja el nivel de sostenibilidad del edificio que se está evaluando.
	RS1 ¿Cada indicador ofrece un valor <i>Benchmark</i> (equivalente a lo que pide la normativa o equivalente a las prácticas constructivas habituales en la misma área geográfica)? ¿Hay diferenciaciones por cada tipología y uso?
RS2 ¿El sistema permite diferenciar las cantidades de recursos que se consumen por fases del ciclo de vida del edificio?	
Viabilidad	Determina si la herramienta es viable de utilizar en términos de tiempo e inversión financiera
	VS1 ¿La herramienta resulta atractiva de utilizar? En general, ¿los indicadores son convincentes?
Claridad sobre el tipo de usuario, ámbito de aplicación y objetivos	Determina si la estructura y el contenido de la herramienta resultan ajustados a: a) la realidad climática, geográfica, cultural, social y tecnológica propia del contexto donde está situado el edificio; b) el nivel de conocimiento del usuario; c) los objetivos declarados y de sostenibilidad.
	CS1 ¿Los indicadores tienen un usuario bien definido, coincidente con el que está declarado?
	CS2 ¿Los indicadores tienen un objeto de estudio bien definido? ¿Edificio, edificio y entorno, barrio, etc., coinciden con los declarados?
	CS3 ¿Qué objetivos reales tiene la herramienta? ¿Se comprenden con claridad? ¿Coinciden con los declarados?
Capacidad de Guiar	Verifica si la herramienta, en fase de proyecto, cumple la función de guía para el mejoramiento de la sostenibilidad ambiental del edificio
	GS1 ¿El sistema ayuda a entender que la sostenibilidad se puede traducir en acciones concretas? ¿Indica cuáles son las estrategias, las acciones importantes?
	GS2 En la definición de los rangos, ¿Existe la posibilidad de asumir nuevas técnicas, sistemas, materiales según vayan apareciendo en el mercado? ¿La herramienta podrá evaluarlos de manera homogénea con los ya presentes?
	GS3 ¿Se enseñan buenas prácticas de referencia?
Cierre del ciclo de los recursos materiales	El concepto de sostenibilidad ambiental está íntimamente ligado a la condición del cierre del ciclo de los materiales, porque sólo de esta manera se puede garantizar a las generaciones futuras que dispondrán por lo menos de los mismos recursos que existen en la actualidad.
	CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?
	CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

4 - Análisis de las herramientas representativas según los criterios elaborados




4 - Análisis de los indicadores de las herramientas representativas según los Criterios elaborados

Uno de los objetivos de esta investigación es madurar un método basado en Criterios y Subcriterios para el análisis de las herramientas existentes de evaluación de la sostenibilidad de los edificios. Este método se puede encontrar en el capítulo 3 de esta tesis doctoral. En los capítulos 4 y 5, está aplicado a las cuatro herramientas CASBEE 1.0, GBTOOL 1.80, ITACA 1.0, LEED 2.0 (cuyo conocimiento puede profundizarse consultando los últimos apartados del capítulo 1).

La aplicación del método de análisis a herramientas existentes, ha dado la oportunidad de limpiar, afinar y madurar criterios y subcriterios, para mejorar su capacidad de detectar características recomendables y/o planteamientos discutibles, contradicciones, problemas no resueltos de las herramientas de evaluación.

Para el análisis de los indicadores de las herramientas se utilizan unas matrices, en cuyas abscisas aparecen los criterios y subcriterios y en cuyas ordenadas aparecen los indicadores de la herramienta. A las matrices sigue una valoración escrita.

Aquí cada indicador se analiza según cada subcriterio y se le asigna la valoración Positivo, Aceptable o Negativo, representados en la matriz por los colores Azul, Verde, Naranja respectivamente.

-  Azul = positivo
-  Verde = aceptable
-  Naranja = negativo

Este formato realiza una “foto” sobre la eficiencia de la herramienta permitiendo que salten a la vista sus fuerzas y debilidades, realizando un análisis visual inmediato por manchas de colores.

Por ejemplo, una concentración del color naranja en correspondencia de un criterio o subcriterio, evidencia un fallo sistémico de la herramienta en ese aspecto. De la misma manera, una concentración del color verde, denota que ese aspecto puede mejorarse. Si la distribución de los colores es homogénea, se puede entender que los indicadores tienen un mismo planteamiento, si no es homogénea, que los indicadores tienen planteamiento diferente.

El color naranja evidencia los supuestos errores de las herramientas de evaluación. Así que lo ideal y deseable es que en las matrices no aparezca el color naranja. El objetivo es que cuando ese color aparece, se identifique el problema y se busquen soluciones.

Las herramientas se analizan según el siguiente orden:

- CASBEE 1.0
- GBTOOL 1.80
- ITACA 1.0
- LEED 2.0

4.1. Análisis de los indicadores de la herramienta CASBEE versión 1.0⁷⁷ según los subcriterios para INDICADORES

Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

<http://www.ibec.or.jp/casbee/english/index.htm>



	Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
CASBEE	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlo a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
Q1	INDOOR ENVIRONMENT													
Q1.1	Noise & Acustics													
Q1.1.1.1			puntuación no bien repartida				soluciones							
Q1.1.2.1							soluciones							
Q1.1.2.2							soluciones							
Q1.1.2.3							soluciones							
Q1.1.2.4							soluciones							
Q1.1.3									11 acción corr.	acción correctiva				
Q1.2	TERMAL COMFORT													
Q1.2.1.1	Inverno setting 22°-24°						energías naturales							
Q1.2.1.3						En base al proyecto								
Q1.2.1.4														
Q1.2.2												confort ocupantes		
Q1.2.3														

⁷⁷ En esta versión de CASBEE se encuentran indicadores validos solo a partir de la fase de uso y otros validos a partir de la fase de proyecto. En este apartado se analizan solamente los indicadores validos desde la fase de proyecto.

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

		Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
		M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
CASBEE		¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlo a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

Q1.3 LIGHTING															
Q.1.3.1.1	Daylight factor						Da poca ayuda			*1 acción corr.			Es un monitoreaje		
Q.1.3.1.3	Evaluate the perings according to the planned installation of daylight devices									*1 acción corr.					
Q1.3.2.2	Evaluar las medidas antireplandor (presencia de cortinas y aleros)									*1 acción corr.					
Q1.3.3.1	Evaluar la luminosidad de un escritorio al centro de una habitación, de día						no dice cómo				-		Es un monitoreaje	-	
Q1.3.4	Lighting controllability-Evaluar el mas reducido rango de control en un espacio									*1 acción corr.					
Q1.4 AIR QUALITY															
Q1.4.1.1	Evalua si se han tomado medidas para evitar contaminación química									*1 acción corr.			Ambiente sano		
Q1.4.2.1	Velocidad de ventilacion, evalua si hay un suficiente volumen de ventilación									*1 acción corr.			Ambiente sano		
Q1.4.2.2	Performance de la ventilacion natural, evalua si se preveen suficientes ventanas abribles									*1 acción corr.			Ambiente sano		
Q1.4.2.3	Consideraciones sobre la presas de aire												Ambiente sano		
Q1.4.3.2	Monitoraje de CO2									*1 acción corr.			Ambiente sano		
Q1.4.3.1	Control de humo									*1 acción corr.			Ambiente sano		
Q-2 QUALITY OF SERVICE															
Q2.1 SERVICE ABILITY															
Q2.1.1.1	Prevision en mq del area de trabajo y de almacenaje									*1 acción corr.			Ambiente sano	-	
Q2.1.1.2	Adaptacion de la estructura del edificio para servicios y nuevas tecnologías (IT),	Durabilidad								*1 acción corr.			Conveniente a largo plazo	-	
Q2.1.1.3	Plan anti barreras arquitectonicas									*1 acción corr.				-	
Q2.1.2.1	Percepcion del espacio y vistas,	Durabilidad								*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.1.2.2	Espacio para descanso									*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.1.2.3	Presencia de plan de decoracion interior									*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.2 DURABILITY - RELIABILITY															
Q2.2.1.1	Resistencia a los terremotos	Durabilidad								*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.2.1.2	Aislamiento sismico y <i>Vibration Damping Systems</i>	Durabilidad								*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.2.2.1	Intervalo entre las restauraciones necesarias de las ventanas									*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.2.2.2	Ciclos de manutaciones de los acabados interiores									*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.2.2.3	Ciclos de manutaciones de tuberias e instalación electrica									*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.2.2.4	Ciclos de manutaciones de <i>Major Equipment and Services</i>									*1 acción corr.			confort ocupantes	-	
Q2.2.3.1	Sistemas HVAC												durabilidad		
Q2.2.3.2	Suministro de Agua y drenaje												durabilidad		
Q2.2.3.3	Equipamiento eléctrico												durabilidad		
Q2.2.3.4	Metodo de soporte de maquinas y conductos												durabilidad		
Q2.2.3.5	Equipamientos de IT & Communication												durabilidad		

CAPÍTULO 4- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS

		Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía							
		M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6		
CASBEE		¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?		¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?		¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?		1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.				1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlo a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple? ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples? ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental? ¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas? ¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas? ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste? ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión? ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?					
Q2.3 FLEXIBILIDAD																	
Q2.3.1.1	Altura de suelo a suelo		Durabilidad pero +											durabilidad	una acción		
Q2.3.1.2	Adaptabilidad del piso		Durabilidad											durabilidad	una acción		
Q2.3.3.1	Facilidad de renovación del conducto de Aire Acondicionado													durabilidad	una acción		
Q2.3.3.2	Facilidad de renovación del suministro de agua y tubaciones de drenaje													durabilidad	una acción		
Q2.3.3.3	Facilidad de renovación de la instalación eléctrica													durabilidad	una acción		
Q2.3.3.4	Facilidad de renovación de los cables de telecomunicaciones													durabilidad	una acción		
Q2.3.3.5	Facilidad de renovación de los equipamientos													durabilidad	una acción		
Q2.3.3.6	Previsión de espacio de Backup													durabilidad	una acción		
Q3 OUTDOOR ENVIRONMENT ON SITE																	
Q-3.1	Preservazione e creazione di Biotipo																
Q-3.2	Paisaje y paisaje urbano																
Q-3.3	Características locales y amenidades exteriores																
LR1 ENERGY																	
LR-1.1	Ganancias y pérdidas térmicas debidas a la diferencia de temperatura Interior-exterior. Se evalúa el uso de energía naturales no convertidas (luz natural y ventilación).			puntuación no bien repartida													
LR-1.2.1	Converted Use of Renewable Energy																
LR-1.3.1	HVAC System			puntuación no bien repartida													
LR-1.3.2	Ventilation System			puntuación no bien repartida													
LR-1.3.3	Lighting System			puntuación no bien repartida													
LR-1.3.4	Hot Water Supply System			puntuación no bien repartida													
LR-1.3.5	Elevators			puntuación no bien repartida													
LR-1.3.6	Equipments for Improving Energy Efficiency			puntuación no bien repartida													
LR-1.4.1	Monitoring														una acción		
LR-1.4.2	Operational Management System														una acción		
LR2 RESOURCES AND MATERIALS																	
LR2.1 WATER RESOURCES																	
LR-2.1.1	Ahorro de agua														una acción	máximo 4	
LR-2121	sistema de uso del agua de lluvia														una acción		
LR-2122	sistema de reuso de las a. grises														una acción		
LR2.2 Materials of Low Environmental Load																	
LR2.2.1	Materiales reciclados (cálculo de la energía embudida)						Hay que recurrir a datos externos		necesario	intuible							
LR-2.2.2	Madera de construcción certificada									intuible							
LR-2.2.3	Materiales con bajo riesgo para la salud (tabla de sustancias no restringidas)									intuible							
LR-2.2.4	Reuso de estructuras existentes														una acción		
LR-2.2.5	Previsión del volumen de materiales reciclables (reciclabilidad)						Hay que recurrir a datos externos		necesario	intuible							
LR-2261	Retardante del Fuego									intuible					una acción	máximo 4	
LR-2262	Materiales Aislantes									intuible					una acción		
LR-2263	Refrigerantes									intuible					una acción	máximo 4	

4.1.0 CASBEE Observaciones generales

Gracias a la matriz, se puede notar una mayoría de valoraciones positivas, representadas por el color azul, sobre las cuales destacan unas valoraciones negativas o mejorables concentradas y otras bastante dispersas, representadas por los colores naranja y verde respectivamente.

Salta a la vista una distribución bastante diferente entre las valoraciones asignadas dentro de cada área de interés. Se recuerda que en la herramienta CASBEE cada área de interés ha sido realizada por equipos diferentes que parece hayan utilizado patrones diferentes para elaborar y presentar formalmente los indicadores. Visualmente, en las matrices, esto se traduce en una cierta variedad en la distribución de los colores.

En correspondencia del subcriterio R2, a todos los indicadores se asigna el color verde, por el hecho de que CASBEE asigna la mayor valoración en correspondencia de la mejora ambiental sin tener en cuenta la inversión económica que ha sido necesaria para obtenerla. Esta circunstancia es común a todas las herramientas analizadas. En esta investigación, como puede consultarse en el párrafo 3.2.3, se afirma que primar las acciones con la mejor relación entre costes económicos y beneficios ambientales es la opción que asegura que los recursos que se ponen en juego para mejorar la sostenibilidad se utilicen con la máxima eficiencia.

Además, la mayoría de indicadores obtienen valoraciones negativas o mejorables en los subcriterios M1, G1, G5 y, en menor medida, G2. En estos casos las matrices evidencian un fallo sistemático en el planteamiento de los indicadores. En el caso de CASBEE se nota, en relación a las demás herramientas analizadas, una fuerte presencia de indicadores no directamente implicados con la sostenibilidad (evidenciado por el subcriterio M1), se nota a faltar la sugerencia de acciones correctivas (G1) y cuando hay no se explican sus consecuencias ambientales (G2) ni se priman las con mejor relación coste/beneficio.

Especialmente, se asigna color naranja en correspondencia del subcriterio M1, a los indicadores del área de interés *Indoor Environment*. Estos indicadores se ocupan de temas de confort, que, según esta investigación, tendrían que ser evaluados de manera paralela a los de sostenibilidad ambiental, no mezclados, para que la evaluación de los primeros no influya en la evaluación de los segundos.

En el caso de indicadores aislados que obtienen evaluación negativa, su mejora se tendría que estudiar aparte.

Más conclusiones derivadas de la consulta de las matrices, pueden encontrarse a continuación, donde se expresan unos comentarios en relación a cada subcriterio.

4.1.1 CASBEE Modelización

M1 - ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?⁷⁸

En la herramienta CASBEE, sobre 73 indicadores, 40 son directamente implicados con la sostenibilidad ambiental. 15 no van en contra de la sostenibilidad ambiental aunque no estén directamente implicados con ella, la presencia de los restantes 18 indicadores (22%) podría dar ambigüedad a la evaluación final por su contenido. Entre estos:

Los indicadores que evalúan la cantidad de ruido pueden distorsionar la lectura del resultado final otorgado por la herramienta al edificio:

- Q 1.1.1.1 Evalúa el nivel de ruido interior producido por el AA y el tráfico
- Q 1.1.2.1 Evalúa las prestaciones del aislamiento de las ventanas
- Q 1.1.2.2 Evalúa el aislamiento acústico de los muros de partición
- Q 1.1.2.3 Evalúa el aislamiento acústico de suelos (impactos ligeros)
- Q 1.1.2.4 Evalúa el aislamiento acústico de suelos (impactos pesados)

Podría ofrecerse más información para mejorar el proyecto.

- Q 1.2.1.1 (*room temperature setting*) da una puntuación en relación a la temperatura que se escoge como *setting* para el sistema de aire acondicionado. Se otorga la puntuación máxima con un *setting* de 22°-24° en invierno y 26° en verano y la mínima con un *setting* de 20° en invierno y 28° en verano. Se considera que se tendría que revisar la asignación de las evaluaciones porque en invierno una temperatura de 20° se puede considerar aceptable con el vestuario adecuado.

- Q 2.2.1.1 y Q-2.2.1.2 evalúan la resistencia de los edificios a los terremotos, que es un ámbito ya ampliamente controlado por la normativa en Japón.

- Q 2.1.4: *zonal control*: confían el conseguimiento del confort ambiental exclusivamente al aire acondicionado, fomentando el gasto energético y no sugiriendo la aplicación de estrategias bioclimáticas.

- Q 3.2 – Q 3.3: están relacionados con temas de sostenibilidad social: Q 3.2 *Townscape & Landscape* evalúa la cantidad de medidas que se han tomado para la valorización del paisaje y Q 3.3 *Local Characteristics & Outdoor Amenity* evalúa si se mantienen espacios con valores históricos, si se usan materiales locales, si se facilita el aprovechamiento de espacios exteriores con plazas, pérgolas, espacios abiertos, etc. La evaluación adquirida por el edificio por estas características tendría que quedarse separada de la evaluación obtenida por el ahorro ambiental.

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

Se ha averiguado que ningún indicador de la herramienta CASBEE repite el contenido de otros indicadores.

⁷⁸ Esto subcriterio tiene mucha relevancia para CASBEE por la elevada presencia de indicadores no directamente implicados con la sostenibilidad ambiental.

4.1.2 CASBEE Representatividad de la Valoración

R1 ¿La máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables? ¿Se pasa del 1 al 2 y del 2 al 3 con un esfuerzo proporcional? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con demasiado o demasiado poco esfuerzo? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?

En 57 indicadores, la máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables y el esfuerzo para pasar de una evaluación a la superior es proporcional. Se asigna color verde en este subcriterio a 15 indicadores que se considera tendrían que ser mejorados, como por ejemplo:

- Q 1.1.1.1 evalúa el ruido interior producido por aire acondicionado y tráfico exterior. Se otorga un 5 si se prevé que en el interior habrá 30 dB o menos, y 1 punto si se obtienen 40dB, los valores intermedios de la valoración cambian proporcionalmente. Considerando pero que el esfuerzo para disminuir la cantidad de dB no es proporcional mas resulta más difícil en los niveles más bajos (se requiere mucho más esfuerzo para pasar de 33 a 30 dB de ruido interior que de 40 dB a 37 dB), la asignación de la valoración tendría que reflejar la diferencia de esfuerzo.

- Q 2.3.1.1 – Q 2.3.3.6 Son indicadores que se ocupan de la flexibilidad del edificio, como altura de suelo a suelo, adaptabilidad del piso. Sus requerimientos son acordes con la sostenibilidad porque aumentan su flexibilidad de uso y en consecuencia su durabilidad, pero en algunos casos (como la mayor altura de cada planta) requieren un mayor gasto de materiales que no necesariamente será aprovechado.

R2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

En todos los indicadores el criterio de asignación de la puntuación es la mayor ganancia ambiental (opción 2).

4.1.3 CASBEE Viabilidad

V1 Disponibilidad de la información necesaria. 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

En la mayoría de los casos, los datos requeridos por los indicadores de CASBEE se pueden encontrar juntos en un mismo documento de proyecto (opción 1).

En 7 casos es necesario buscar la información necesaria a lo largo del documento (Opción 2 y 3), proceso más largo pero igualmente aceptable. De estos 7 indicadores, 3 se refieren al *Lighting Comfort* y los otros 4 evalúan la calidad medioambiental de los espacios exteriores:

- Q 1.3.1.1 calcular el Factor de Luz Diurna,
- Q 1.3.3.1 calcular la luminosidad de un escritorio al centro de una habitación
- Q 1.3.4 averiguar si existe la posibilidad de controlar el sistema de iluminación en un espacio.

- Q 3.1 Preservación y creación de Biotipo. Se individua en una tabla con cuales “esfuerzos” cumple el proyecto, como por ejemplo la conservación de recursos ecológicos existentes como arboles, topografía, aguas, o la plantación extensiva de vegetación.
- Q 3.2 Paisaje urbano. Se individua en una tabla con cuales “esfuerzos” cumple el proyecto en este sentido, como altura de los edificios, adopción de materiales y colores en armonía con el entorno, etc....
- Q 3.3 Características locales y amenidades exteriores. Se individua en una tabla con cuales “esfuerzos” cumple el proyecto en este sentido, como el cuidado de la relación entre interiores y exteriores, el desarrollo de espacios para la comunidad
- LR 2.2.2 Uso de madera certificada. Se averigua si la madera usada en la obra es certificada o no.

En 2 casos, que evalúan la adopción de materiales de bajo impacto, hay que recurrir a datos externos:

- LR-2.2.1 Calcula la energía imbuida de los materiales de construcción, para cuyo cálculo es necesario buscar en bases de datos la energía imbuida, expresada en MJ, de cada material.
- LR-2.2.5 Previsión del volumen de materiales reciclables. Calcula el porcentaje de materiales que se podrán reciclar cuando se acabe el ciclo de vida del edificio. Es necesario realizar la relación entre la suma de la energía imbuida de cada material reciclable sobre la suma de la energía imbuida de todos los materiales.

V2 Coste de generación de los valores del indicador a partir de tales informaciones. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

En la mayoría de indicadores el proceso para obtener la evaluación a partir de los datos se puede considerar simple. En 2 indicadores obtener la evaluación a partir de los datos se considerar más complicado pero posible. Estos son:

- Q 1.3.1.1 Factor de Luz Diurna, se explica lo que es pero no como calcularlo.
- Q 1.3.3.1 Luminosidad dentro de una habitación, de día, pide evaluarlo sin explicar cómo

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples?⁷⁹

Se considera que se podrían reformular 8 indicadores sobre confort ambiental donde, en lugar de exigir datos para realizar cálculos, se podría preguntar si existen los presupuestos de proyecto para que tales prestaciones sean aceptables:

- Q 1.2.1.1 (*room temperature setting*) da una puntuación en relación a la temperatura que se escoge como *setting* para el sistema de aire acondicionado, donde se otorga la puntuación máxima si el *setting* corresponde con los 22°-24° en invierno y 26° en verano. En una herramienta para la evaluación de la sostenibilidad sería más conveniente fomentar el uso de energías naturales, como radiación solar o corrientes de aire, para obtener el confort ambiental.
- Se encuentran una serie de indicadores para evaluar el confort acústico en la primera fase de proyecto.

⁷⁹ Criterio relevante para CASBEE. A veces sus indicadores podrían ser mucho más simples.

- Q 1.1.1.1 Evalúa el nivel de ruido interior producido por el AA y el tráfico
- Q 1.1.2.1 Evalúa las prestaciones del aislamiento de las ventanas
- Q 1.1.2.2 Evalúa el aislamiento acústico de los muros de partición
- Q 1.1.2.3 Evalúa el aislamiento acústico de suelos (impactos ligeros)
- Q 1.1.2.4 Evalúa el aislamiento acústico de suelos (impactos pesados)

Estos indicadores piden si un tipo de ruido puede molestar más o menos. Considerando que en fase de proyecto resulta difícil averiguar esta posibilidad, se consideraría más conveniente valorar las acciones correctivas puestas en acto o no, como por ejemplo si se ha previsto un aislante acústico, si existen barreras a la entrada de ruido, si la estructura puede transmitir ruidos de impacto.

- Q 1.2.1.4 evalúa si se utiliza un sistema de aire acondicionado para eliminar variaciones de temperatura al interior. Sería más conveniente si este indicador fomentara el uso de energías naturales y estrategias de bioclimática para obtener una temperatura homogénea en lugar de medios mecánicos consumidores de energía, Podría preguntar por ejemplo cuales y cuantas estrategias de arquitectura bioclimática se ha aplicado.

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?

Los indicadores de CASBEE se pueden considerar fácilmente comprensibles por un arquitecto o técnico de la construcción. Como excepción pueden citarse:

- LR-2.2.1 *Materiales reciclados* y LR-2.2.5 *Previsión del volumen de materiales reciclables*. El concepto de *embodied energy* resulta aún poco conocido por la mayoría de proyectistas.

4.1.4 CASBEE Capacidad de Guiar

G1 ¿El indicador brinda orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?⁸⁰

En 33 indicadores las acciones correctivas se encuentran explícitamente sugeridas. En 32 indicadores se pueden intuir una serie de acciones correctivas. 7 indicadores no sugieren ninguna acción correctiva.

G2 ¿Se especifican las repercusiones ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

En 42 indicadores se explican las consecuencias ambientales de las acciones correctivas, en 3 se pueden intuir y en 19 no están explicadas. Se remarca que a veces se explican las consecuencias ambientales de acciones correctivas aunque no de manera explícita (de

⁸⁰ Este criterio tiene particular importancia para el análisis de CASBEE, porque en muchos casos esta herramienta podría aprovechar en mayor medida de la potencialidad de los indicadores de sugerir acciones correctivas para la mejora de la sostenibilidad ambiental de los edificios.

Q1.4.1.1 a Q2.2.3.5.), y al contrario, no se explican las consecuencias ambientales de acciones correctivas propuestas de manera explícita (da LR 1.2.1 a LR 1.4.2.).

G3 ¿Es transparente la asignación de: 1-una determinada valoración; 2-el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3-las bases de cálculo (tablas, algoritmos) empleadas?

En todos los 72 indicadores de la herramienta CASBEE el usuario puede entender porque ha obtenido una determinada evaluación y puede conocer la atribución de los pesos. En 35 indicadores las bases de cálculo son transparentes, en otros 25 las bases de cálculo no son necesarias, en 3 indicadores (Q1.3.1.1, Q1.3.3.1, LR1.1.) la información que da la herramienta para calcular es insuficiente.

G4 ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

La mayoría de las acciones propuestas son económicamente viables (55 indicadores). No exigen una excesiva inversión económica y en cualquier caso un mayor coste inicial podría ser amortizado en el tiempo por un menor gasto energético, mejor rendimiento, mayor salubridad de los usuarios del edificio. Otros 6 indicadores podrían no ser económicamente convenientes. En ningún caso se especifica el coste de las acciones correctivas propuestas.

G5 ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?

Solo en 5 casos la herramienta CASBEE sugiere cual sería la acción correctiva con la mejor relación coste/beneficio. En 17 casos la acción correctiva propuesta solo es 1 y en 27 casos no ofrece absolutamente esta información. En 23 indicadores este subcriterio no se puede aplicar porque no se sugieren acciones correctivas.

G6 ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

En todos los indicadores es posible obtener la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión. Se remarca que en 3 indicadores la puntuación máxima alcanzable es 4 en lugar de 5, Así que a nivel matemático es imposible que un edificio obtenga el 5 como resultado final.

4.2. Análisis de los indicadores de la herramienta GBTOOL 1.80, 2002⁸¹ según los subcriterios para indicadores

www.iisbe.org

		Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
		M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
GBTool materials		¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlo a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
Materials re-used from existing structure(s) on the site															
M1	Approximate total weight of existing building, including the section retained for new uses and dismantled sections.														
M2	Structural floors w. reinf., X PC slab														
M3	Structural floors, X steel+deck														
M4	Structural floors, X wd frame														
M5	Structural floors, X eng. wood														
M6	Exterior walls, X face brick & mortar														
M7	Exterior walls, X wood + sheathing														
M8	Exterior walls, X steel + back														
M9	Ext. walls, X curtainwall, glass/alum														
M10	Exterior walls, X stucco (traditional)														
M11	Approx. weight of steel in an existing structure(s) on the site that is actually taken off-site for re-use or recycling, in addition to material re-used on site in M1 to M10.														
M12	The amount of other materials and components salvaged from existing structure(s) on the site that is re-used or recycled off-site, in addition to M1 - M11.														
Materials imported from off-site sources															
M15	Aggregate not in concrete														
M16	Sand not in concrete														
M17	Structural floors w. reinf., Nw PC slab														
M18	Other concrete w. steel reinforcement														
M19	Structural floors, Nw steel+deck														
M20	Structural floors, Nw wd frame														
M21	Structural floors, Nw eng. wood														
M22	Exterior walls, Nw face brick & mortar														
M23	Exterior walls, Nw wood + sheathing														
M24	Exterior walls, Nw steel + back														
M25	Ext. walls, Nw curtainwall, glass/alum														
M26	Exterior walls, Nw stucco (traditional)														
M27	Window frames, Wood														
M28	Window frames, PVC														
M30	Window frames, Aluminum														
M31	Window frames, Steel														
M32	Glazing, agrg. all panes in all windows														
M33	Int. finish material (gypsum), walls														
M34	Interior finish materials, floors														
M35	Interior finish materials, ceilings														
Totals: Materials re-used from existing structure(s) on the site and those imported from off-site sources															
M40	Total materials from the existing structure re-used in Design or recycled off-site														
M41	Totals, all materials used in the new building except for M40														

⁸¹ Solo se toman en cuenta las hojas Architectural Systems, Technical Systems and Energy Consumption, Materials, excluyendo las hojas Economics and Life-Cycle Costing

CAPÍTULO 4- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS
SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS

		Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía							
		M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6		
		¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?		¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?		¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?		1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica. documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?				¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples? ¿El contenido es fácilmente ineligible para el usuario medio? ¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental? ¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas? ¿Es transparente la asignación de 1, una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas? ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste? ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión? ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?					
Site and Building Development Data																	
AR1	Name any regulations that were relevant to the environmental performance of the project and how they affected the design.																
AR2	Describe the site being used for the building prior to construction - the previous use, topography, soil type, type, size and number																
AR3	Amount of material excavated taken off the site for the new construction																
AR4	Gross site area																
AR5	Building footprint at grade																
AR6	Site area hard-paved, non-permeable																
AR7	Site area hard-paved, permeable																
AR8	Site area landscaped with species not requiring watering																
AR9	Site area landscaped with species requiring watering																
AR10	Total of building footprint, paved and landscaped																
AR11	Net area of land used for building and related																
AR12	Surface reflectance for hard-paved areas																
AR13	Describe the building's potential to interfere with access to daylight of adjacent property.																
AR14	Describe the building's worst-case potential to interfere with access to winter sun of adjacent property.																
AR15	Identify an exterior wall that is exposed to highest ambient noise levels.																
AR16	Outline the factors that determined the orientation of parts of the design, that may limit or assist passive solar performance.																
AR17	Describe site development, including provision for amenity areas, treatment of parking areas and, if applicable, play areas																
Materials: Reducing, Reusing, Recycling																	
AR18	Approximate area of an existing structure on site																
AR19	Total below-ground and above-ground area of the existing structure that will be re-used as part of new Design.																
AR20	Proportion of the existing building on the site that is retained as part of the new Design.																
AR21	Number of walls of the existing structure to be shared by the new construction.																
AR22	Approx. weight of steel in an existing structure(s) on the site that is actually taken off-site for re-use or recycling, in addition to structure re-used on site as part of the new design. (see AR19).																
AR23	The amount of other materials salvaged from existing structure(s) on the site that is re-used off-site, in addition to materials re-used on site																
AR24	Measures taken to minimize embodied energy of materials and products used in new construction																
AR25	Volume of solid wastes from clearance of existing structures on the site that will not be sent to a solid waste facility.																
AR26	Volume of solid wastes resulting from the construction process for the Design that will not be sent to a solid waste facility.																
AR27	Area of central facility provided for sorting and storage of solid wastes																
AR28	Area of central facility provided for sorting and storage of organic wastes																
AR29	Area provided for sorting and storage of solid wastes on each floor, total for all floors																
AR30	Area provided for sorting and storage of organic wastes on each floor, total for all floors																
Daylight, sunshine and shading																	
AR31	Dwelling units whose principal daytime living areas have direct sunlight for at least 2 hours per day at 12 noon on Winter Solstice.																
AR32	Are exterior shading devices provided for windows facing North or West?																
AR33	Describe exterior shading devices, if any.																
AR34	Describe interior shading devices to control daylight																
Estimated Average Daylight Factor																	
AR35	Area of interior surfaces (walls, floors, ceilings) of typical primary space on the lowest typical floor facing South																
AR36	Reflectance of interior surfaces																
AR37	Visible angle of sky at window																
AR38	Average Vt of window																
AR39	Area of window in sample space																
AR40	Estimated (approximate) Daylight Factor																

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

		Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
		M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
		¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
General description of ventilation, heating and cooling systems															
T2	Net area with mechanical ventilation and cooling in primary Local Retail occupancy														
T3	Net area with mechanical ventilation and cooling in primary Office occupancy														
T4	Net area with natural ventilation and cooling in primary Office occupancy														
T7	Net area with natural ventilation and cooling in primary Local Retail occupancy														
T8	Net area with natural ventilation and cooling in primary Office occupancy														
T9	Total net primary areas mechanically ventilated and cooled														
T10	Total net primary areas naturally ventilated														
T11	Area of naturally ventilated zones with cross-ventilation									Intuable					
T12	Area with single-sided ventilation									Intuable					
T13	In primary areas with single-sided ventilation, the distance from window line of typical spaces.									Intuable					
T14	In primary areas with single-sided ventilation, the ratio of area of openable windows or other controllable openings to net floor area.									Intuable					
T15	In primary areas with cross-ventilation, the distance from window line of typical spaces.									Intuable					
T16	In primary areas with cross-ventilation, the ratio of area of openable windows or other controllable openings to net floor area.									Intuable					
General description of ventilation, heating and cooling systems															
T20	Is a ground source heat pump used?														
T21	Is night ventilation (or free cooling) available?														
T22	Percent of occupied hours during the design year that primary areas are designed to be within accepted comfort ranges														
T23	Minimum relative humidity maintained during heating season														
T24	Maximum relative humidity maintained during cooling season														
T25	Heating setpoints in primary areas during heating season									Intuable					
T26	Cooling setpoints in primary areas during cooling season									Intuable					
T27	Minimum height above grade of air supply intakes for the building									Intuable					
T28	Minimum distance of air supply intakes from exhausts or other sources of contaminated air.									Intuable					
Identification of Refrigerant and Halon Types and Amounts															
T30	Types of CFC refrigerants used														
T31	Types of HCFC refrigerants used														
T32	Types of Halons used														
T33	Assumed annual leakage rate, in percent, of CFC-11, HCFC & Halon														
Detailed description of HVAC systems															
T35	Outdoor air rate ventilation in public areas of Residential occupancy		T64-T68												
T36	Outdoor air rate ventilation in primary areas of Office occupancy		T64-T68												
T37	Outdoor air rate ventilation in primary areas of Local Retail occupancy		T64-T68												
T38	Ventilation air typically recirculated in public areas of Residential occupancy		T64-T68												
T40	Ventilation air typically recirculated in primary areas of Office occupancy		T64-T68												
T41	Ventilation air typically recirculated in primary areas of Local Retail occupancy		T64-T68												
T43	Area of perimeter HVAC zones in typical public areas of Residential occupancy		T64-T68												
T44	Area of perimeter HVAC zones in typical primary areas of Office occupancy		T1-18												
T45	Area of perimeter HVAC zones in typical primary areas of Local Retail occupancy		T1-19												
T47	Area of interior HVAC zones in typical public areas of Residential occupancy		T1-T10												
T48	Area of interior HVAC zones in typical primary areas of Office occupancy		T1-T11												
T49	Area of interior HVAC zones in typical primary areas of Local Retail occupancy		T1-T12												
Electrical, Lighting, Control Systems, Acoustics and Plumbing															
T55	Recommended ambient illumination levels in non-residential occupancies														
T56	Size of typical ambient lighting control zones in perimeter areas of non-residential														

CAPÍTULO 4- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS

		Modelización		Representatividad			Viabilidad de uso				Sistema como guía					
		M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6	
		¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. Mayor coste económico, menor puntuación; 2. Mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. Relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	2. La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?	
GBTool Technical Systems and Energy Consumption																
T58	Describe ambient lighting system types in primary areas															
T59	Describe ambient lighting system types in															
T60	Describe electrical distribution systems	Durabilidad														
T61	Describe telecommunications distribution	Durabilidad														
T62	Describe transformer type, capacity and	Durabilidad														
T63	Describe systems for submetering of energy use and any systems in place for monitoring of other performance parameters															
T64	Describe control systems for heating, ventilation and cooling		T35-T49													
T65	If applicable, describe computerized central building management system		T35-T49													
T66	Describe measures to minimize sound transmission between primary spaces		T35-T49													
T67	Describe measures to ensure good acoustic performance within typical primary spaces		T35-T49													
T68	Provide description of other relevant technical systems		T35-T49													
Water Consumption Calculations																
T70	Cold water consumption in dwelling units															
T71	Hot water consumption in dwelling units															
T72	Water consumption in residential public areas															
T73	Total annual water consumption in residential occupancy															
T74	Daily water usage in Office primary															
T75	Total annual water consumption in Office occupancy															
T76	Daily water usage in Local Retail primary															
T77	Total annual water consumption in Local Retail occupancy															
T80	Daily water consumption for HVAC operations (use average demand figure)															
T81	Annual water consumption for landscaping of species requiring watering, per unit area															
T82	Water gained from rain-water harvesting per year															
T83	Grey water re-used per year (for landscaping and also for up to 15% of total water use for occupancy, assuming toilet application).															
T84	Total annual potable water consumption for all building uses															
T85	Total annual potable water consumption for all building uses per unit of net area															
Sanitary and storm waste water management systems																
T90	Total sanitary waste water not leaving the site															
T91	Total sanitary waste water not leaving the site per unit net area															
T92	Total storm water requiring disposal															
T93	Total storm water disposed on site in holding ponds, through permeable paving, landscaping or other on-site mechanisms															
T94	Net storm water to be disposed of in municipal systems															
T95	Percent of storm water not leaving the site															
T96	Describe on-site storm water management															
Energy strategies and general HVAC description																
T100	Describe aspects of the building structure that will affect potential future changes to a different use or installation of renewable															
T101	Ability to maintain critical building performance (access, temperature, ventilation, lights, power) in abnormal	Durabilidad														
T102	Describe measures taken to minimize the risk of Legionella or other bacterial formation in the cooling tower or distribution system															
T103	Describe filtration systems used in central systems provided for ventilation															
T104	If Radon or other harmful pollutant may enter the building from the exterior, describe measures taken to minimize this threat.															
T105	Describe measures taken to select interior materials and products used to produce a minimum of volatile organic compounds or other harmful emissions															
T106	Describe heating systems in primary areas of each occupancy type.															
T107	Describe ventilation systems in primary areas of each occupancy type.															

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

		Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
		M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
<h2 style="text-align: center;">GBTool</h2> <h3 style="text-align: center;">Technical Systems and Energy Consumption</h3>		¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario/medir?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de 1, una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
		T108	Describe cooling systems in primary areas of each occupancy type.												
T109	Describe distribution systems and terminals provided for heating, ventilation and cooling in primary areas of each occupancy type.						Es intomaco								
Annual Consumption of Energy by End Use (from simulation results)															
T110	Space heating energy, dwelling units														
T111	Water heating energy, dwelling units														
T112	Cooling energy, dwelling units														
T113	Cooking energy, dwelling units														
T114	Lighting energy, dwelling units														
T115	Receptacles / tenant equipment energy, dwelling units														
T116	Space heating energy														
T117	Water heating energy														
T118	Cooling energy														
T119	Ventilation														
T120	Interior lighting energy														
T121	Exterior lighting energy														
T122	Pumps and fans														
T123	Elevators / escalators														
T124	Receptacles / tenant equipment														
T125	Other electrical consumption														
T126	Total annual end-use consumption for fuel-based functions														
T127	Total annual consumption of electrical energy														
T128	Total annual energy end-use consumption														
Annual Consumption of Delivered Energy, accounting for production of on-site energy															
T130	Annual consumption of delivered fuel, MJ/m2/yr														
T131	Annual on-site use of renewables for heat, MJ/m2/yr														
T132	Annual gross consumption of delivered energy for heat (T130 + T131), MJ/m2/yr														
T133	Gross annual consumption of electrical energy (T127), MJ/m2/yr														
T134	On-site PV annual production, MJ/m2/yr														
T135	Net annual consumption of delivered electrical energy (T133 - T134), MJ/m2/yr														
T136	Annual consumption of delivered or purchased energy (T130 + T135), MJ/m2/yr														
T137	Gross annual consumption of all energy (T132 + T133), MJ/m2/yr														
Approximate embodied energy calculations															
T140	Are you calculating embodied energy of structure and envelope, or do you want to use defaults ?		Hoja Material			Hoja Material									
T142	If embodied energy is calculated, enter values here for above- and below-grade structure and building envelope, in GJ		Hoja Material			Hoja Material									
T143	Embodied energy for above- and below-grade structure and building envelope, GJ		Hoja Material			Hoja Material									
T144	Embodied energy for above- and below-grade structure and building envelope, GJ per m2 of gross area		Hoja Material			Hoja Material									
T145	Crude estimate for embodied CO2 emissions for above- and below-grade structure and building envelope, kg.		Hoja Material			Hoja Material									

4.2.0 GBTOOL Observaciones generales

La herramienta GBTool versión 1.8 está organizada en tres partes diferentes:

- GBTool Materials*, que calcula el impacto de los materiales de construcción,
- GBTool Architectural Systems*, que calcula el impacto debidos al proyecto arquitectónico, como el tipo de emplazamiento, la reducción de impacto debida a reciclaje, reutilización, reducción de materiales, la posibilidad de iluminación natural
- GBTool Technical Systems and Energy Consumption*, que calcula los impactos que pueden generarse por el uso del edificio.

Para cada una de estas partes se ha realizado una matriz de análisis separada según el método desarrollado en esta investigación.

Lo que inmediatamente salta a la vista es una cierta homogeneidad en la distribución de los colores dentro de las mismas columnas,

En el caso de *GBTool Materials*, donde cada columna es absolutamente idéntica, esto se debe a que los indicadores están constituidos por preguntas para cuantificar los materiales previstos para construir el edificio, expresados en m² o en peso. La evaluación es positiva (color azul) en los subcriterios M1, R1, V2, V4, mejorable (color verde) en R2 y V1, negativa en V3, G1, G2, G3, G5.

La distribución de los colores en las otras dos hojas sigue siendo muy homogénea, pero con unas irregularidades:

- En *GBTool Architectural Systems* hay una dominancia de color azul (evaluación positiva) en los subcriterios M1, M2, R1, V1, V2, V3, V4, donde destacan unas pocas casillas verdes (evaluación mejorable) o naranjas (evaluación negativa). La evaluación es mejorable en R2 (color verde) y negativa en G1, G2, G3, G5
- En *GBTool Technical Systems and Energy Consumption*, M2 obtiene evaluación prevalentemente positiva donde pero se puede encontrar una gran cantidad de casillas en naranja (más que cualquier otra herramienta analizada en esta investigación) que identifican una redundancia de indicadores o sea que varios indicadores repiten la misma pregunta que otros, la herramienta necesita ser refinada. Diferentemente de los otros dos apartados de GBTool, aquí V1 obtiene prevalentemente el color verde y el color naranja, así que se entiende que varios de los datos requeridos por este apartado se tienen que buscar a lo largo de la documentación.

En las tres matrices:

- R1, V2, V4 obtiene evaluación casi totalmente positiva, confirmando que en la herramienta máximos y mínimos son aceptables, el método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple, el contenido de los indicadores es inteligible para el usuario medio.
- para R2, como en todas las herramientas analizadas, la evaluación es mejorable. Las herramientas priman para asignar la puntuación el mayor ahorro ambiental en lugar de la relación de este con la inversión económica necesaria para obtenerlo.
- G1, G2, G3, G4, G5, G6 obtienen prevalentemente color naranja (evaluación negativa) o resulta imposible atribuir un color, detectando así que en su planteamiento la herramienta GBTool no desarrolla la función de guía. También V3 obtiene prevalentemente color naranja, detectando que la información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples. GBTool Versión 1.8 resulta ser una herramienta de cálculo de impactos, eficiente y completa pero no sugerente. Es un soporte informático en formato *Excel* donde se introduce

una larga serie de datos (no siempre fáciles de hallar) y consecuentemente se obtienen unas evaluaciones en 7 áreas temáticas. El usuario no puede verificar si los datos que introduce influyen positivamente o negativamente en el resultado final.

4.2.1 GBTOOL Modelización

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?

La mayoría de los indicadores tienen relación con la sostenibilidad ambiental, pero se pueden encontrar algunos que pueden dar ambigüedad a la evaluación final como los indicadores de ámbito sanitario, confort acústico, amenidades, además de todas las secciones *Economics and Life-Cycle Costing*. La cantidad total de indicadores es muy alta y resulta difícil de manejar. Los indicadores AR1 - AR17 piden información para evaluar la situación ambiental de la parcela y su entorno previamente a la construcción del edificio.

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

Unos indicadores (10) repiten temas ya contenidos en otros. Especialmente los indicadores AR21-AR26 de la hoja *Architectural Systems* piden los mismos datos sobre reciclaje de recursos de la hoja *Materials*. T1 - T8 se repiten con T44 - T49, T64 - T68 se repiten con T35 - T49, AR13-AR14 son parecidos a AR31-AR32.

4.2.2 GBTOOL Representatividad de la Valoración

R1 ¿La máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables? ¿Se pasa del 1 al 2 y del 2 al 3 con un esfuerzo proporcional? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con demasiado o demasiado poco esfuerzo? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?

Los valores entre máximos y mínimos propuestos en la hoja *Assess* varían siempre de manera proporcional, el método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable. La puntuación no se obtiene directamente en base al valor introducido, mas este viene elaborado, juntamente con otros, en base a unas formulas matemática no visibles. La herramienta anota automáticamente los valores absolutos resultantes de la formulas matemáticas en la hoja *Summary Report (RPRT)* y evalúa la nota equivalente a este valor absoluto, comparándola con los valores *Benchmarks*, en la hoja *Performance Assessment (Assess)*.

R2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

La escala de 0 a 5 se basa siempre en el máximo ahorro ambiental (opción 2).

4.2.3 GBTOOL Viabilidad

V1 Disponibilidad de la información necesaria. 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

En la hoja *Architectural Systems* (que pide datos sobre las decisiones ligadas a la arquitectura del edificio) casi todos los indicadores se elaboran con datos presentes en un los documentos de proyecto.

Para rellenar la hoja *Technical Systems*, los datos se tienen que buscar en lugares diferentes:

- a. En 18 indicadores la información requerida se encuentra junta en un mismo documento del proyecto;
- b. En 26 indicadores hay que buscarla a lo largo del documento de proyecto;
- c. En 6 indicadores hay que deducirla a partir de datos que están en el documento de proyecto. Además en la hoja *Technical Systems* se piden varias descripciones de sistemas técnicos (T58 - T68, T96) y sistemas sanitarios (T100 - T109);
- d. En 3 indicadores hay que buscar la información necesaria en otros documentos.

V2 Coste de generación de los valores del indicador a partir de tales informaciones. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

El método para calcular la puntuación a partir de los datos es automático. Para obtener la evaluación, las hojas *excel* de GBTOOL elaboran los datos introducidos automáticamente. Pero de manera no transparente porque no se dan a conocer las formulas matemáticas aplicadas. En los casos de los indicadores que requieren descripción (T58 – T68, T96 – T109) la atribución de la evaluación será subjetiva.

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?

GBTOOL pide mucha cantidad de datos. Sería preferible introducir un planteamiento donde los indicadores, en lugar de demandar muchos datos pregunten si se cumplen o no los requisitos que llevan a obtener buenos resultados. Por ejemplo, la hoja *Technical Systems* requiere la introducción de datos sobre estimaciones de consumo de agua y energía (las estimaciones nunca podrán reflejar de manera precisa los futuros consumos reales porque dependerán por la gestión del usuario), podrían pedir si se aplican buenas prácticas (como T20 y T21 que piden si se cumple una determinada acción y T11, T14, T15, T16, que son parcialmente sugerentes).

T1-T10: investigan sobre que superficie del edificio dispone de ventilación mecánica o natural, pero este tipo de información ya está utilizada para la simulación energética. Los indicadores de T70 a T96 piden datos para medir el consumo de agua. Se pueden encontrar soluciones más sintéticas.

La hoja *Materials* (indicadores M1-M41) requiere observaciones a parte: Su objetivo es obtener la energía imbuida (*embodied energy*) de los materiales, o energía gris del edificio. Se multiplican los datos necesarios para obtener el volumen y el peso en Kg de los materiales utilizados. Así, se obtiene cuánta energía en GJ está presente bajo la forma de un determinado

material. Se necesita tiempo para introducir los datos necesarios (superficies en m², peso aproximado en Kg/m², espesor, volumen en m³) aún en caso de disponer de esta información en el proyecto.

Es muy necesario afinar este método de cálculo del impacto porque es difícil calcular el peso exacto del material empleado en una obra, y la estimación de la energía imbuida por unidad de medida en un material puede ser incorrecta. Superficies y volúmenes introducidos podrían no ser tan precisos o podrían verificarse errores al introducirlos, o los impactos escogidos por unidad de medida podrían no estar bien calibrados. Además sería importante tener en cuenta todos los materiales empleados, como por ejemplo las instalaciones. Calcular con números puede parecer muy preciso pero hay que averiguar la validez del origen de estos números.

También se observa que los materiales más susceptibles de ser reciclados masivamente son, hoy en día, los pétreos, cuyo impacto no se mide en forma de energía sino de alteración del paisaje, destrucción de ecosistemas (fluviales por ejemplo en el caso de áridos rodados), transporte asociado, etc.

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?

Normalmente es fácilmente comprensible por un arquitecto o técnico de la construcción entender que información requieren los indicadores de la herramienta GBTOOL. Pero pueden encontrarse dificultades en entender indicadores como T43-T49, T56, T57, T27, T140 – T145 o de momento conceptos como “*embodied energy*”. Los indicadores AR31-AR34 resultarían más claros si representados con imágenes.

4.2.4 GBTOOL Capacidad de Guiar

G1 ¿El indicador brinda orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

La herramienta GBTOOL no sugiere acciones correctivas de manera intencional. Pero en varios indicadores (AR21-AR23, AR25 -AR30, AR32 más 22 indicadores en Technical System) se pueden intuir acciones económicas y eficaces para mejorar el comportamiento ambiental del edificio.

G2 ¿Se especifican las repercusiones ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

G3 ¿Es transparente la asignación de: 1-una determinada valoración; 2-el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3-las bases de cálculo (tablas, algoritmos) empleadas?

G4 ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

G5 ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?

G6 ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

La herramienta GBTOOL no contempla las cuestiones planteadas en los subcriterios G2, G3, G4, G5: no propone acciones correctivas, no explica las consecuencias ambientales, no sugiere qué acciones correctivas primar, no da a conocer las bases de cálculo. No siendo posible conocer los valores que el edificio tiene que conseguir para obtener la evaluación 5, no puede contestarse al subcriterio G6.

4.3 Análisis de los indicadores de la herramienta ITACA versión 1.0, 2004 según los criterios para indicadores

Protocolo para la evaluación de la calidad energética y ambiental de un edificio

<http://www.itaca.org>



	Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
ITACA	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1.mayor coste económico; menor puntuación; 2.mayor ahorro ambiental; mayor puntuación; 3.relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlo a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
1 - QUALITA' AMBIENTALE ESTERNA														
1.1 Comfort ambientale esterno														
1.1.1 Comfort termico degli spazi esterni						laborios								Coef. Reflexione=1
1.1.2 Controllo dei flussi d'aria	confort													exigente
1.1.3 Comfort visivo-percettivo	confort													
1.2 Inquinamento locale														
1.2.1 Inquinamento acustico	salubridad				se necesitan estudios							Confort		exigente
1.2.2 Inquinamento atmosferico					se necesitan estudios									
1.2.3.1 Inq. El. Bassa Freq.		4.4.4.1												
1.2.3.2 Inq. El. Alta Frequenza		4.4.4.2												
1.2.4 Inquinamento del suolo														
1.2.5 Inquinamento delle acque	preven.													
1.2.6 Inquinamento luminoso														
1.3 Integrazione con il contesto														
1.3.1 Integrazione con l'ambiente naturale	paesajje mo													
1.3.2 Integrazione con l'ambiente costruito	paesajjs mo													
1.3.3 Reti infrastrutturali														
2 - CONSUMO DI RISORSE														
2.1 Consumi energetici														
2.1.1 Isolamento termico														
2.1.2 Sistemi solari passivi														
2.1.3 Produzione acqua sanitaria														
2.1.4 diminuire i consumi elettrici durante il funzionamento dell'edificio														
2.1.5 Energia inglobata														
2.2 Consumo di terreno e impatto sulla qualità ecologica														
2.2.2 Variazione del valore ecologico del sito														
2.3.1 Consumo netto di acqua potabile														
2.4 Consumo materiali														
2.4.1 Riutilizzo di strutture esistenti														
2.4.2 Riutilizzo di materiali presenti sul sito														
2.4.3. Utilizzo di materiali locali-regionali														
2.4.4 Uso di materiali di recupero di provenienza esterna al sito														
2.4.5 Riciclabilità dei materiali														
2.4.6 Ecolabeling														
3 - CARICHI AMBIENTALI														
3.1 Contenimento emissioni di gas														
3.1.1 Emissioni di Co2										intuibles				
3.1.2 Emissione di gas che contribuiscono all'acidificazione						requiere explicac				intuibles				
3.2. Contenimento rifiuti liquidi														
3.2.1 Gestione acque piovane														
3.2.2 Riuso delle acque grigie														
3.2.3 Permeabilità delle superfici calpestabili														

**CAPÍTULO 4- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS
SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS**

	Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
ITACA	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto, 2. es necesario buscarlos en el documento, 3. hay que deducirlo a partir de datos del documento de proyecto, 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración, 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final, 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
3.3 Gestione dei rifiuti solidi da cantiere														
3.3.1 Rifiuti solidi da costruzione *														
3.3.2 Rifiuti solidi da demolizione *														
3.4 Gestione dei rifiuti														
3.4.1 Area di raccolta centralizzata per rifiuti non organici			solo 0 o 3*											
3.4.2 Area di raccolta centralizzata per rifiuti organici			solo 0 o 3*											
3.5 Impatto sulle proprietà adiacenti														
3.5.1 Interferenza nella fruizione della luce naturale										intubiles				
3.5.2 Erosione del suolo			solo 0 o 3*							intubiles				
4 - QUALITA' AMBIENTE INTERNO														
4.1 Comfort visivo														
4.1.1 Illuminazione naturale						cálculo FLD								
4.1.2 Penetración directa della radiazione solare														
4.1.3 Uniformità di illuminamento														
4.1.4 Illuminazione artificiale parti comuni			solo -2.0.3											Max 3
4.2 Comfort acustico														
4.2.1 Isolamento acustico di facciata	Confort													
4.2.2 Isolamento acustico delle partizioni interne	Confort		subjetivo											
4.2.3 Isolamento acustico da calpestio	Confort		subjetivo											
4.2.4 Isolamento acustico dei sistemi tecnici	Confort		subjetivo											
4.3 Comfort termico														
4.3.1 Temperatura dell'aria nel periodo invernale			subjetivo								Sujetiva			
4.3.2 Temperatura delle superfici interne nel periodo invernale	Confort		subjetivo								Sujetiva			
4.3.3 Inerzia termica	Confort													
4.4 Qualità dell'aria														
4.4.1 Controllo dell'umidità delle pareti	durabilidad		subjetivo								Sujetiva			Max 3
4.4.2.1	Salubridad													
4.4.2.2 VOC	Salubridad													
4.4.2.3 Radon	Salubridad		solo -2.0.3											Max 3
4.4.3.1 Ricambi d'aria	Salubridad		solo -2.0.3											Max 3
4.4.3.2 Estrazione d'aria dai locali privi di ventilazione	Salubridad		solo -2.0.3											Max 3
4.4.4.1. Campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50 Hz) *	Salubridad	1.2.3.1						bien opción calitativa						SI/Max 3
4.4.4.2. Campi elettromagnetici ad alta frecuencia (100 kHz - 300 GHz) *	Salubridad	1.2.3.2	solo -2.0.3							Difícil				SI/Max 3
5 - QUALITA' DEL SERVIZIO														
5.1 Manutenzione edilizia ed impiantistica														
5.1.1 Protezione dell'involucro	durabilidad		subjetivo											
5.1.2 Accessibilità dell'involucro	durabilidad		subjetivo											
5.1.3 Accessibilità ai sistemi tecnici	durabilidad		subjetivo											
5.2.1 Monitoraggio dei consumi	Atendidad		subjetivo											
5.3.1 Aree comuni di svago	durabilidad		subjetivo											
5.4.1 Flessibilità degli spazi interni	durabilidad		subjetivo							intubile				
5.4.2 Spazi multifunzionali comuni	Atendidad	5.03.0.1	subjetivo											
6 - QUALITA' DELLA GESTIONE														
6.1.1 Disponibilità documentazione tecnica dell'edificio	durabilidad		solo -2.0.3											
6.2.1 Manuale d'uso per gli utenti			solo -2.0.4											
6.3.1 Manutenzioni programmate *	durabilidad		solo -2.0.5											
6.4.1 Sicurezza dell'edificio														
7 - TRASPORTI														
7.1.1 Integrazione con il trasporto pubblico														
7.2.1 Misure per favorire il trasporto alternativo														
7.3.1 Prossimità a servizi locali														

4.3.0 ITACA Observaciones generales

Observando la matriz se puede notar una prevalencia de color azul, que significa que los indicadores en su mayoría tienen un planteamiento correcto. Los indicadores están presentados según un mismo patrón y esto facilita su comprensión.

De esta tendencia se diferencian tres columnas con prevalencia de color verde (R2) y rojo (G2, G5), identificando una cuestión a mejorar en el planteamiento general de la herramienta en todos los indicadores.

El color verde en correspondencia del subcriterio R2 significa que la herramienta asigna la valoración a la mejora ambiental del proyecto sin tener en cuenta su relación con la inversión económica que ha sido necesaria para realizarla. Esta circunstancia es común a todas las herramientas analizadas.

En G2 casi todos los indicadores obtienen color rojo a parte de una mancha azul, al principio de la columna, en correspondencia del área de interés *Calidad Ambiental Externa*, cuyos indicadores son casi los únicos que explican las consecuencias ambientales de las acciones correctivas sugeridas.

La columna del subcriterio G5 es enteramente roja, como en las demás herramientas analizadas en esta investigación, que significa que ITACA no sugiere cuales son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio

Salta a la vista la presencia del color rojo en la primera columna (M1) que indica la presencia de indicadores no directamente implicados con la sostenibilidad, 23 sobre una totalidad de 70, cuya evaluación mezclada a los indicadores de impacto puede distorsionar la calificación ambiental de un edificio y en la segunda columna (M2) que significa que en algunos casos diferentes indicadores piden los mismos datos.

En la tercera columna (R1), se puede notar una cierta concentración de color verde al final, en correspondencia de las áreas de interés *Calidad ambiental interna* y *Calidad del servicio*, que identifican algunos indicadores donde la asignación de la puntuación se otorga con métodos subjetivos.

Con una lectura horizontal de la matriz, se identifican unos indicadores que obtienen valoración negativa en varios subcriterios, como el área de interés *1.2 Contaminación local*, *2.4 Consumo de materiales*, *3.1 emisiones de gas*, *4.1 Confort visual*, *4.4 Calidad del aire*.

4.3.1 ITACA Modelización

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?

Como puede consultarse en la matriz, en cuatro áreas de interés existen varios indicadores no directamente pertinentes con la sostenibilidad ambiental, en su mayoría contenidos en las áreas temáticas: *1 – Calidad ambiental externa*, *4 – Calidad ambiental interna*, *5 – Calidad del servicio*, *6 – Calidad de la gestión*. Especialmente se remarcan unos indicadores:

- *4.4.2.Fibras minerales*, *4.4.3.1 Recambios de aire* – los materiales de construcción con fibras, insalubres, y los recambios de aire, no afectan la sostenibilidad ambiental del edificio entendida como cierre de los recursos materiales. Sin duda alguna son factores de extrema importancia para la habitabilidad de un edificio, pero que se tendrían que controlar a través de la normativa o calcular en módulos paralelos.

- *5.3.1 Áreas comunes de ocio*, *5.4.2 Espacios multifuncionales comunes* – Como explicado en los casos anteriores para la salubridad, estos indicadores aunque de gran importancia se tendrían que evaluar de manera separada y paralela respecto al gasto de recursos.

M2 - ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?⁸²

El indicador 5.3.1 *Áreas comunes de ocio*, es muy parecido al 5.4.2 *Espacios multifuncionales comunes*. Los indicadores 4.4.4.1 y 4.4.4.2., que se ocupan de electromagnetismo son muy parecidos a 1.2.3.1 y 1.2.3.2.

4.3.2 ITACA Representatividad de la Valoración

R1 ¿La máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables? ¿Se pasa del 1 al 2 y del 2 al 3 con un esfuerzo proporcional? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con demasiado o demasiado poco esfuerzo? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?

La evaluación en general varía de manera proporcional al esfuerzo requerido. A veces las puntuaciones atribuibles solo son 0 o 3, en varios indicadores la asignación de la puntuación es subjetiva.

R2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

La atribución de la evolución se basa siempre en el criterio de máximo ahorro ambiental (o máxima salubridad o máximo confort). ITACA no toma en cuenta la inversión económica necesaria para obtener este ahorro ambiental.

4.3.3 ITACA Viabilidad

V1 Disponibilidad de la información necesaria. 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

En ITACA, 9 indicadores requieren datos no fáciles de hallar en los documentos de proyecto. Hecho a evitar ya que implica una notable inversión de tiempo y recursos económicos. En 15 indicadores es necesario elaborar datos que se encuentran en los documentos de proyecto con formulas matemáticas. En el resto de los casos, los datos necesarios se pueden encontrar juntos en un mismo documento de proyecto.

V2 Coste de generación de los valores del indicador a partir de tales informaciones. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

Para la media de los arquitectos, para una autoevaluación del edificio, puede resultar enredoso calcular los seis indicadores del área de interés *2.4. Consumo de materiales*, parecido a la hoja Materials de GBTool (mira tabla en correspondencia de los comentarios al subcriterio V3 de GBTool), el indicador 3.1.1 *Emisiones de CO2*, pide de evaluar la cantidad de emisiones

⁸² A veces ITACA se apoya en la normativa para asignar la puntuación. Asigna un 0 o un 3 a los proyectos que cumplen con la normativa, y un 5 si la superan.

producidas (CO₂ o SO₂), exigiendo un notable esfuerzo. *El indicador 4.3.3 Inercia térmica*. Este indicador requiere el cálculo de la transmitancia, pero no explica cómo hacerlo. Es un indicador cuyo cálculo requiere tiempo.

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?

Son varios los indicadores que podrían ser sustituidos por otros más simples:

- En el indicador 3.1.1 *Emisiones de Co2* los resultados tendrían que diferenciarse en relación a la región geográfica.

- 1.2.1 *Contaminación acústica*, 1.2.2 *Contaminación atmosférica*, 1.2.3.1 *Contaminación electromagnética a Baja Frecuencia*, 1.2.3.2 *contaminación electromagnética ad Alta Frecuencia*, 1.2.4 *Contaminación del suelo*, 1.2.5 *Contaminación de las aguas*, 2.1.1. *Aislamiento térmico*: el requerimiento de mediciones podría ser sustituido por el cumplimiento obligatorio de la normativa y la aplicación de estrategias de referencia que la misma herramienta propone.

- 2.4.2 *Reutilización de materiales presentes en el lugar*, 2.4.3. *Uso de materiales locales-regionales*, 2.4.4 *Uso de materiales de recupero de origen externa al sitio*, 2.4.5 *Riciclabilidad de los materiales*, 2.4.6 *Ecolabeling*, 4.1.1 *Iluminación natural*, 4.1.2 *Entrada de la radiación solar*, 4.1.3 *Uniformidad del iluminamiento*, 4.1.4 *Iluminación artificial de las partes comunes*, 2.2.2 *Variación del valor ecológico del sitio*, 2.3.1 *Consumo neto de agua potable*: Es preferible un planteamiento donde los indicadores, en lugar de demandar muchos datos o muchas mediciones (método aplicable solo a partir de la fase de proyecto ejecutivo), pidan que se indique si se cumplen o no los requisitos que llevan a obtener buenos resultados (método aplicable a partir de la fase de proyecto o pre-proyecto). En el caso de consumo del agua, estas estimaciones difícilmente pueden reflejar de manera precisa los futuros consumos reales porque dependen por la gestión del usuario.

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?

Generalmente los indicadores son comprensibles para el usuario medio. Pero unos conceptos podrían resultar incomprensibles para algunos. Como:

- En el indicador 3.1.1 *Emisiones de CO2* aparecen siglas (FVG, FEN) y unidades de medida no explicadas.

- 3.5.1 *Interferencias en la entrada de la luz natural*, 4.1.1 *Iluminación natural*, 4.1.2 *Entrada de la radiación solar*, 4.1.3 *Uniformidad del iluminamiento*: acompañar estos indicadores por un dibujo técnico ayudaría a entenderlos más fácilmente.

- 4.4.1 *Control de la humedad de las paredes*. Las opciones correctivas propuestas no son fáciles de entender. Para explicar cuestiones técnicas usan solo descripciones verbales, cuando el indicador se entendería mejor si acompañado con dibujos.

4.3.4 ITACA Capacidad de Guiar

G1 ¿El indicador brinda orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

La herramienta ITACA acompaña sus indicadores, aunque de manera muy sintética, con orientaciones, explicaciones, acciones correctivas y referencias normativas. Solamente 2 indicadores no ofrecen orientaciones.

- 4.3.1 *Temperatura del aire en el periodo invernal*: requiere que estén instalados aparatos para el control de la temperatura y de limitar las dispersiones, sin tomar en cuenta los sistemas pasivos de ganancia solar.

- 2.1.4 *Disminuir el consumo de electricidad en la fase de uso del edificio*: el indicador pide de disminuir el consumo eléctrico pero la puntuación se basa solo en la ausencia/presencia de fotovoltaico. Se tendría que pedir el cumplimiento de otros requisitos muy importantes como la previsión del tipo de electrodoméstico y/o el sistema de iluminación, etc.

- 1.2.1 *Contaminación acústica*, 4.4.4.2 *Campos electromagnéticos de alta frecuencia (100 kHz - 300 GHz)*: estos indicadores piden una medición de la contaminación acústica y electromagnética antes de empezar a construir, y si los niveles de electromagnetismo presentes son demasiado elevados, se sugiere de no construir en ese lugar. Pero se puede objetar que es muy difícil cambiar de parcela, además una herramienta de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios tendría que tener en cuenta solo los impactos provocados por el edificio.

G2 ¿Se especifican las repercusiones ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

ITACA no da información suficiente sobre las repercusiones ambientales de las opciones correctivas: en 40 indicadores o no se explican las repercusiones ambientales o el indicador tiene objetivos no estrictamente implicados con la sostenibilidad ambiental, en 9 indicadores se pueden intuir unas repercusiones ambientales. En los restantes 21 indicadores está señalado de manera muy sintética.

- 3.2.1 *Gestión de las aguas de lluvia*: no se explica cuales son las implicaciones ambientales de un uso responsable del agua.

- 4.1.1 *Iluminación natural*, 4.1.2 *Entrada de la radiación solar*: no aclara el beneficio de la entrada de la radiación solar.

G3 ¿Es transparente la asignación de: 1-una determinada valoración; 2-el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3-las bases de cálculo (tablas, algoritmos) empleadas?

La atribución de la evaluación es transparente, solo en 4 casos es incierta. En todos los indicadores las atribuciones de los pesos y las bases de cálculo son transparentes. En unos casos, todos del área de evaluación *Calidad ambiental externa*, la evaluación está basada en parámetros subjetivos.

G4 ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

Casi siempre las propuestas de cambio son económicamente viables y convenientes (solo en 2 casos no lo son). Pero, en la gran mayoría de los indicadores no se especifica cuál será el coste de su aplicación.

G5 ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?

En ningún indicador de ITACA se sugiere cual es la acción con la mejor relación coste-beneficio. Información que el usuario tendrá que buscar con otros medios.

G6 ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

Obtener la máxima puntuación es casi siempre posible, solo que a veces en lugar de corresponder a un 5, corresponde a un 3 o un 2.

4.4 Análisis de los indicadores de la herramienta LEED, 2001 según los criterios para indicadores



LEED	Modeliz.		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Abordan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
SUSTAINABLE SITIES														
SSp1 Control de la erosión para reducir los impactos negativos en la calidad del aire y del agua. Declarar si el proyecto sigue los estándares locales de erosión y sedimentación. Prever un plan de control de la erosión														
SS1 Selección de la ubicación – Evalúa negativamente si construyes en lugares inapropiados. Quiere reducir el impacto ambiental a partir de la ubicación del edificio.														
SS2 Recalificación urbana – canalizar el desarrollo en áreas urbanas con infraestructuras existentes, proteger las áreas verdes y preservar hábitats y recursos naturales. Evalúa el aumento de densidad.								más tablas y planos						
SS3 recalificación de áreas damnificadas – rehabilitación de áreas damnificadas donde su desarrollo es complicado por reales contaminaciones ambientales, reduciendo su presión. Se evalúa si se construye en una área clasificada como damnificada y si se ponen remedios aconsejados en documentos ya existentes (EPA's Sustainable Redevelopment of Brownfield Program).			Mucho esfuerzo para obtener 1 credito									Gran inversión económica pero gran ganancia ambiental	propone 1 sola acción	
SS4.1.a Transporte alternativo – reducir la contaminación y el impacto que derivan del uso del coche. Ubicar el edificio a ½ milla de metro o tren o a ¼ milla de por lo menos 2 paradas de autobús. 1 Cred.													propone 1 sola acción	
SS4.1.b Proveer adecuados medios para aparcar bicicletas, con facilidades para ducharse y cambiarse, para por lo menos el 5% de los ocupantes. 1 Cred.													propone 1 sola acción	
SS4.1.c Instalar una estación de fuel alternativo para el 3% de la capacidad del parking. 1 Cred.													propone 1 sola acción	
SS4.1.d Dimensionar la capacidad del parking para no exceder los requerimientos mínimos del zoning local y proporcionar parking para carpool (coche compartido) para el 5% de ocupantes del edificio, o, para rehabilitaciones, no añadir nuevos aparcamientos y proporcionar parking para carpool para el 5% de ocupantes del edificio. 1 Cred.													propone 1 sola acción	
SS5.1 Conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas damnificadas para proporcionar el hábitat y promocionar la biodiversidad. a. limitar los disturbios del hábitat respetando unas distancias respecto esto para construir; en caso de preexistencias, restaurar las áreas abiertas plantando especies nativas. 1 Cred.													propone 1 sola acción	
SS5.2.b. reducir la huella del edificio. 1 Cred.													propone 1 sola acción	

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

	Modeliz.		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
LEED	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?		¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?		¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?				1.mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica. 1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. ha que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple? ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples? ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental? ¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas? ¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas? ¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste? ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión? ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?					
SS6.1 Limitar los disturbios de los flujos naturales del agua, incrementando infiltraciones in situ y reduciendo contaminantes. Se pide poner en acción un plano de gestión que evite la pérdida de las aguas de lluvia que preveen. Credito 1: en la nueva edificación no aumentar la velocidad y cantidad de las pérdidas de aguas de lluvia. Si la impermeabilidad del suelo es mayor del 50%, adoptar un plan de gestión que disminuya de un 25% velocidad y cantidad de agua perdida.			Es necesario mucho esfuerzo en relación a otros indicadores		Se requiere realizar un plano							Gran inversión económica pero gran ganancia ambiental		
SS6.2 Credito 2: hacer proyectos de tratamientos para remover el 80% de solidos suspendidos y el 40% de fosforos, siguiendo las prescripciones de documentos ya existentes.														
SS7.1 Reducir las islas de calor (diferencia del gradiente térmico entre áreas construidas y no), para minimizar el impacto en el microclima y en habitat humano. Credito1: Proveer sombras, usar materiales reflectantes														
SS7.2 credito2: usar materiales reflectantes para los techos o techos ajardinados.														
SS8 Eliminar invasiones luminosas provenientes desde el edificio, mejorar la iluminación exterior nocturna y reducir el impacto del nuevo edificio en el medioambiente nocturno.														
WATER EFFICIENCY														
WE1.1 Limitar o eliminar el uso de agua potable para irrigar el paisaje. Credito1: usar tecnologías de irrigación eficientes o usar agua de lluvia o aguas recicladas;														
WE1.2 Credito2: usar solo agua de lluvia o reciclada para la irrigación;														
WE1.3 Credito3: determinar los tipos apropiados de vegetación para un determinado clima y tipo de suelo, adoptando plantas indígenas para reducir las necesidades de irrigación														
WE2 Reducir la demanda de agua potable y la generación de aguas residuales, mejorando la recarga de los aguiferos locales. Se otorga un credito si se reduce el uso de agua potable para la toilet o se purifica el 100% de las aguas residuales in situ.														
WE3.1 Reducción del uso del agua – maximizar la eficiencia del agua en los edificios para reducir el uso del agua potable y de los sistemas de desagüe: Credito1: emplear estrategias que en conjunto permiten utilizar el 20% menos de agua que lo que se ha calculado e base para el edificio														
WE3.2 Credito2: reducir el uso de agua de un 10% adicional.														
ENERGY AND ATMOSPHERE														
EAp1 Comisión para el sistema fundamental del edificio: contratar una comisión para verificar y asegurar que las instalaciones y los elementos fundamentales del edificio están diseñados, instalados y calibrados para operar como intención. (prerequisito)												Gran inversión económica pero gran ganancia ambiental	propone 1 sola acción	
EAp2 Establecer las prestaciones energéticas mínimas: establecer el nivel mínimo de eficiencia energética para el edificio y las instalaciones. Emplear una simulación por ordenador.(prerequisito)													propone 1 sola acción	
EAp3 Reducción de uso de CFC en los aparatos HVAC - reducir el agotamiento de ozono. Ningún uso de CFC en edificios nuevos. En edificios rehabilitados, convertir los antiguos aparatos que funcionan con CFC. (prerequisito)			EA4										propone 1 sola acción	
EA1 Optimizar las prestaciones energéticas - lograr mejorar las prestaciones energéticas por encima del prerequisite estándar para reducir los impactos ambientales asociados a un excesivo uso de energía. Diseñar la envolvente y las instalaciones del edificio para maximizar las prestaciones energéticas. Se otorgan hasta 10 creditos en relación a que porcentaje se reduce el consumo energético del edificio					El manual LEED proporciona información sobre coste económico de la energía.				Explica cómo obtener resultados				propone 1 sola acción	

**CAPÍTULO 4- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS
SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS**

	Modeliz.		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía						
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6	
LEED	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorros ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?	
EA2 Alentar el auto abastecimiento de energías con el uso de tecnologías de energías renovables para reducir el impacto ambiental asociado con el uso de energía fósil. Se otorgan hasta 3 créditos en relación a que porcentaje de fuentes de energía renovable es adoptado					El manual LEED proporciona información sobre coste económico de la energía.				Explica cómo obtener resultados					propone 1 sola acción	
EA3 Comisión adicional – Se otorga 1 crédito si se adopta una Comisión adicional para verificar y asegurar que el entero edificio esta diseñado, construido y calibrado para operar como intención.			Gran esfuerzo para obtener 1 crédito, pero gran ventaja ambiental										Gran inversión económica, gran ganancia ambiental	propone 1 sola acción	
EA4 Destrucción de la capa de ozono – reducir la destrucción de la capa de ozono y soportar el cumplimiento del protocolo de Montreal. Se otorga 1 crédito si los aparatos no contiene HCFC o Halon. En las remodelaciones, si existen aparatos no conformes, sustituirlos.														propone 1 sola acción	
EA5 Mediciones y verificaciones - Se otorgan 1 crédito si se incorporan en el proyecto instrumentos para medir las prestaciones de agua y energía, establecer un plano de medición y verifica de los consumos.			Si, caro pero con gran ventaja ambiental		4, es un monitoreo								Gran inversión económica, gran ganancia ambiental	propone 1 sola acción	
EA6 Energía verde – alentar y desarrollar el desarrollo y uso de energía verde en red con potencial de contaminación igual a cero. Se otorga 1 crédito si se contrata energía verde.														propone 1 sola acción	
MATERIALS AND RESOURCES															
MRp1 Almacenaje & colección de materiales reciclables - Facilitar la reducción de residuos producidos por los ocupantes del edificio normalmente llevados al vertedero. Se otorgan 1 crédito si se diseña un área para contenedores de reciclaje de medidas apropiadas y ubicada en el lugar apropiado.														propone 1 sola acción	
MR1 Valido en el caso de rehabilitación – extender el ciclo de vida de los edificios existentes, conservar los recursos, reducir los residuos, reduciendo el impacto ambiental de transporte y producción de materiales para las nuevas construcciones. Se otorgan hasta 3 créditos si hay reuso de la estructura, de los elementos exteriores e interiores, si se remueven elementos contaminantes y se promueve el reuso de elementos como ventanas, sistemas mecánicos. Hay que cuantificar los porcentajes de reuso.							Se han compiuto acciones preventivas?								
MR2 Gestión de residuos de la construcción – desviar los residuos de construcción, demolición, movimientos de tierra del vertedero. Dirigir el material reciclable al proceso de producción. Establecer objetivos alternativos al vertedero y un plano de gestión. Destinar un área para el reciclaje. Se otorgan 2 créditos si se recicla hasta un 75% de los détritos de la construcción, demolición, movimientos de tierra.							Se han compiuto acciones preventivas?								
Reuso de recursos – extender el ciclo de vida de los materiales de construcción reduciendo el impacto ambiental del transporte y de la producción de materiales para las nuevas construcciones. Identificar las oportunidades de incorporar materiales reciclados en el diseño del edificio. Se otorgan hasta 2 créditos si se pide para la edificación hasta el 10% de material reciclado.			Es necesario mucho esfuerzo en relación a otros indicadores				Se han compiuto acciones preventivas?								
MR4 Reciclaje de agregados – Aumentar la demanda de productos de construcción que tienen incorporados materiales reciclados, reduciendo el impacto resultante de la extracción de nuevos materiales. Se otorgan hasta 2 créditos en relación al porcentaje de este tipo de material empleado.			Es necesario mucho esfuerzo en relación a otros indicadores				Se han compiuto acciones preventivas?								
MR5 Materiales regionales / locales – Aumentar la demanda de productos manufactos localmente, reduciendo el impacto ambiental del transporte y soportando la economía local. Se otorgan hasta 2 créditos en relación al porcentaje de este tipo de material empleado.						Laborio so obtener la informacion necesaria	Se han compiuto acciones preventivas?							propone 1 sola acción	

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

	Modeliz.		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
LEED	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?		¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?		¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?				1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.					
					1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.				¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?					
									¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?					
									¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?					
									¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?					
									¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?					
									¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?					
									¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su costo?					
									¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?					
									¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?					
MR6 Materiales rápidamente renovables – reducir el uso y el agotamiento de materias primas, y materiales renovables a largo plazo con su sustitución con materiales renovables a corto plazo. Suelos de bambú, lana carpet, paja, aislamiento de algodón, suelos de linóleo, álamo, tablas de girasol, wheatgrass cabinetry. Se otorga 1 credito si por lo menos un 5% del material empleado es de este tipo.						Laborio so obtener la informacion necesaria	Se han compiuto acciones preventivas?							
MR7 Madera certificada – Alentar una gestión forestal medioambientalmente responsable. Se otorga 1 credito si por lo menos un 50% los materiales a base de madera son a base de madera certificada.						Laborio so obtener la informacion	Se han compiuto acciones preventivas?					Puede resultar caro	propone 1 sola acción	
INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY														
EQp1 Prestaciones mínimas de IAQ (indoor air quality) – establecer un sistema HVAC para satisfacer las exigencias estándar.	Un edificio más salubre puede ser más durable												propone 1 sola acción	
EQp2 Control en el ambiente de presencia de humo de tabaco – prevenir la exposición de los ocupantes del edificio y de las instalaciones al humo de tabaco. Prohibir fumar en el edificio o proveer habitaciones separadas para fumadores con un sistema de ventilación. (prerequisito)													propone 1 sola acción	
EQ1 Control del dióxido de carbono – que el control de calidad del aire interior garantice a los ocupantes salud y confort a largo plazo en el día. Se otorga un credito si se instala un sistema permanente de monitoreo que active sistemas de ventilación.													propone 1 sola acción	
EQ2 Mejorar la ventilación efectiva – Se otorga un credito si el sistema de introducción de aire fresco en los ambientes interiores es eficiente. Para la salubridad, seguridad, confort del los ocupantes del edificio (ref. ASHRAE).	mayor aprovechamiento de energias naturales		Es necesario realizar un test										propone 1 sola acción	
EQ3 plano de gestión IAQ (indoor air quality) en la fase de construcción – prevenir problemas de calidad de aire en la fase de construcción / renovación, para mantener la salud y el confort de los trabajadores y ocupantes. Se otorgan hasta 2 creditos :1 cumplir o superar las advertencias de la normativa . 2 arear el edificio acabado por 2 semanas	No es sostenibilidad ambiental pero no va en su contra													
EQ4 Materiales a baja emisión – reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tienen un olor o que son potencialmente irritantes para mantener la salud y el confort de los trabajadores y ocupantes. Se otorga hasta 4 creditos si adhesivos, sellantes, pinturas, compuestos de madera, moqueta (carpet) usados son libres de sustancias contaminantes.			Se dan muchos puntos en comparación con otros indicadores		Es necesario realizar un test	Es necesario realizar un test	Es necesario realizar un test							
EQ5 Control de fuentes interiores de contaminación química – evitar la exposición de los ocupantes del edificio a sustancias químicas que tienen un impacto negativo en la calidad del aire interior. Se otorga un credito si se proveen sistemas para capturar polvo y partículas, y si las áreas que producen presión química (ej. Fotocopiadoras) están separadas de las demás	Puede ser que se necesite menos ventilación												propone 1 sola acción	
EQ6 Controlabilidad de las instalaciones – proveer un alto numero de interruptores de las instalaciones térmicas, de ventilación, de iluminación para soportar óptimas condiciones de salubridad, productividad, y confort. Se otorga un credito para cada una de estas condiciones: a. proveer un mínimo de una ventana y un sistema de control de la iluminación por cada area 15 pies de perímetro; b. proveer un sistema de control por cada flujo de aire, temperatura e iluminación			SINO, dan demasiados puntos										propone 1 sola acción	
EQ7 Confort térmico – proveer un ambiente térmicamente confortable que soporte las prestaciones productivas y que sea saludable para los ocupantes del edificio. Establecer rangos de confort, diseñar los sistemas HVAC para mantener estos rangos, instalar y mantener un sistema de control de temperatura y humedad automático. a. cumplir con el ASHREA standard 55-1992; b. instalar un sistema permanente de monitoreo para humedad y temperatura							Tendria que promover más el uso de energias naturales						propone 1 sola acción	

	Modeliz.		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía						
	M1	M2	R1	R2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6	
LEED	¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?	¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra de manera proporcional? ¿El método para calcular la puntuación es fiable?	1. mayor coste económico, menor puntuación; 2. mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	1. Los datos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos del documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada valoración; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo empleadas?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?	¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?	
EQ8 Luz diurna y vistas – proveer una conexión entre espacios interiores y ambiente exterior a través de la entrada de la luz del sol y de vistas en las áreas ocupadas del edificio. Se otorga un crédito para cada una de estas condiciones: a. conseguir un Factor de Luz Diurna del 2% en el 75% de los espacios ocupados; b. tener vista directa en el 90% de los espacios ocupados			SI/NO, dan demasiados puntos			El cálculo podría ser más simple							propone 1 sola acción		
INNOVATION AND DESIGN PROCESS															
ID1 Innovación en el diseño – dar la posibilidad a los equipos y a los proyectos de ganar puntos para prestaciones excepcional en la eficiencia energética y del uso de agua, prestaciones acústicas, educación de los usuarios, desarrollo de la comunidad, análisis de ciclo de vida, o elección de materiales.										-			depende	depende	depende
ID2 profesional con acreditación LEED – Se otorga un crédito si por lo meno 1 de los componentes del grupo de proyecto tiene certificación profesional Leed													propone 1 sola acción	SI	

4.4.0 LEED Observaciones generales

Observando la matriz de análisis de la herramienta LEED se puede notar una fuerte prevalencia del color azul, que se puede traducir en un mayoría de valoraciones positivas obtenidas por sus indicadores respecto a los subcriterios.

Destacan dos columnas, relativas a los subcriterios R2 y G5, con prevalencia de color verde y rojo.

La columna R2 resulta completamente Verde, esto significa que la herramienta tiene como criterio de valoración la mejora ambiental del proyecto sin tener en cuenta su relación con la inversión económica que ha sido necesaria para realizarla. Esta circunstancia es común a todas las herramientas analizadas.

Numerosas celdas de la columna relativa al subcriterio G5 son verdes o rojas, que significa que LEED podría explicar en mayor medida cuales son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio. Se hace notar que en cualquier caso LEED obtiene mejor valoración que las otras herramientas analizadas, donde esta columna se encuentra completamente roja.

Pueden encontrarse celdas rojas o verdes aisladas, más concentradas en el Área de interés *Indoor Environmental Quality*, en correspondencia del subcriterio M1, que individúan unos indicadores cuyo contenido no es directamente implicado con la sostenibilidad ambiental del edificio, y en correspondencia del Área de interés *Materials and Resources*, según los subcriterios R1, V2 y V3, que denotan respectivamente que la asignación de la puntuación no es proporcional respecto a los demás indicadores, que el método para calcular la puntuación a partir de los datos y que la información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples.

4.4.1 LEED Modelización

Modelización

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?

La mayoría de los indicadores de LEED (34) tienen que ver con la sostenibilidad ambiental. Excepción a ello son unos indicadores del Área de interés *Indoor Environmental Quality* que se ocupan del confort (3 indicadores son compatibles con la sostenibilidad, otros 4 lo son parcialmente y 3 van en dirección contraria). Estos últimos indicadores podrían formar parte de un módulo separado de evaluación del confort, de manera que la evaluación obtenida por ellos no se mezcle con la evaluación obtenida por ahorro ambiental. Al contrario EQ4 fomenta la sostenibilidad ambiental. Impulsando el uso de materiales de baja emisión tóxica, previene la contaminación ambiental en fase de producción y derribo. Igualmente EQ6, fomentando la iluminación natural, impulsa un menor gasto energético.

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

En LEED no se relevan casos de redundancia. Solo se ha notado que los indicadores Eap3 (*Reducción de uso de CFC*), y EA4 (*Reducción de uso de HCFC o Halón*) podrían juntarse.

4.4.2 LEED Representatividad de la Valoración

R1 ¿La máxima y la mínima puntuación disponibles son aceptables? ¿Se pasa del 1 al 2 y del 2 al 3 con un esfuerzo proporcional? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con demasiado o demasiado poco esfuerzo? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?⁸³

En este criterio, 31 indicadores han obtenido un valor positivo, mientras que los otros 10 no son del todo satisfactorios. Además se constata una distribución no equitativa de los créditos entre distintas áreas de interés.

Algunos indicadores exigen un esfuerzo mayor que otros para otorgar la misma cantidad de créditos. Por ejemplo encontramos una disparidad dentro del mismo indicador We2, donde se asigna igualmente 1 crédito por reducir el uso de agua potable en el inodoro (que es fácil) o por purificar el 100% de aguas residuales (que exige mayor compromiso económico y técnico). Más ejemplos:

- Cumpliendo con el indicador SS3, que requiere un relevante esfuerzo económico (*rehabilitación de áreas damnificadas*), da un solo punto, como el indicador SS4.1.b, que pide la disposición de un parking para bicicletas (que puede tener éxito o no, ello depende del usuario).
- Se requiere mayor esfuerzo para cumplir con MR3 y MR4 que con MR6, MR7.
- El EQ2 se considera exigente porque requiere un test de verificación.
- En relación al indicador EQ4 (*Se otorgan hasta 4 créditos si adhesivos, sellantes, pinturas, compuestos de madera, moqueta, son libres de sustancias contaminantes*), para satisfacer sus

⁸³ LEED, siendo un checklist, no tiene rangos, y por eso lo que se toma en consideración es la asignación de puntos comparada entre los varios indicadores y dentro de un mismo indicador como sucede en CASBEE, GBTOOL, ITACA.

requerimientos es necesario poco esfuerzo económico a cambio de gran ventaja ambiental, 4 puntos pueden ser excesivos en relación a otros indicadores. Situación parecida presentan los indicadores EQ6, EQ7 y EQ8.

En relación a las Áreas de interés, la distribución de los puntos disponibles es la siguiente:

- suelo, 14 puntos;
- agua, 5 puntos;
- energía, 17 puntos;
- materiales, 13 puntos;
- confort y salubridad, 15 puntos;
- innovación, 5 puntos;

Se hace notar que al ahorro del uso del agua se atribuyen solamente 5 puntos mientras que al ahorro del uso de los materiales se otorgan 13 puntos y al ahorro energético 17 puntos. Estas ponderaciones, en el caso de regionalización de la herramienta LEED, generarían amplias discusiones sobre la distribución de la puntuación en relación a las características de las zonas geográficas propias de donde se aplicara la herramienta: para dar un ejemplo, en el caso de territorio Español, LEED aplicado en Andalucía tendría que atribuir mayor peso al agua que lo anterior y aplicado en Asturias podría conservar el mismo peso.

La discusión sobre el reparto de los pesos, a no dudar, es una de las claves para la regionalización de la herramienta y los valores a usar en cada lugar deberían ser producidos por un debate no sólo de expertos sino también social.

R2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: a mayor coste económico, menor puntuación; 2. ahorro ambiental: a mayor ahorro ambiental, mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

Se hace notar que los 41 indicadores de LEED dan prioridad al ahorro de impacto ambiental (aunque algunos de ellos van destinados a salubridad y confort en el área de interés *Indoor Environmental Quality*), pero nunca a la relación entre ventaja ambiental y factor económico. Es la única herramienta entre las analizadas que de alguna manera introduce las implicaciones económicas de las acciones correctivas (subcriterio G5) aunque sin explicar cual acción correctiva entre las posibles es la más conveniente por la relación coste-beneficio ambiental.

4.4.3 LEED Viabilidad

V1 Disponibilidad de la información necesaria. 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

LEED obtiene buen resultado con este criterio: para responder al indicador se requieren datos contenidos en el proyecto de manera ordenada (en 35 indicadores), o bien es necesario realizar un cálculo a partir de información también contenida en el proyecto (en 4 indicadores). En resumen, se puede responder a casi todos los indicadores en base a la documentación de proyecto. Solo en los dos indicadores EA1 y EA2 se requiere el coste local de la energía que en cualquier caso se puede encontrar fácilmente.

V2 Coste de generación de los valores del indicador a partir de tales informaciones. ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

En los indicadores de LEED se obtiene el crédito si se cumple con las condiciones. 6 indicadores piden si se realiza o no una determinada acción o decisión de proyecto. A estos se suman otros 28 cuyo valor es fácil de determinar. Los 7 restantes resultan más difíciles de calcular o podrían ser explicados de manera más inmediatamente comprensible. En la mayoría de las veces resulta fácil calcular la puntuación a partir de los datos que (como verifica el criterio anterior) siempre están presentes en el proyecto.

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?

La totalidad de los 41 indicadores de LEED son, desde el punto de vista de la viabilidad, adecuados porque son fáciles de contestar y por este motivo ninguno de ellos necesita ser sustituido por otros más simples. La única duda aparece cuando la evaluación se basa en proyecciones sobre consumo, como EA1 (*Optimize Energy Performance*) donde se tendría que apostar más en el aprovechamiento de estrategias de bioarquitectura para obtener confort. Se observa que el contenido de los indicadores *Indoor Environmental Quality* tendría que ser directo en mayor medida a promover el aprovechamiento de las condiciones del clima (como viento y radiación solar) en lugar de los sistemas mecánicos (calefacción, aire acondicionado y ventilación para obtener confort (asignando más créditos por ejemplo).

El indicador SS4.1c otorga un punto si cerca del edificio se encuentra un distribuidor de biofuel, sería interesante poder distinguir si para su producción se utilizan cereales restados a la alimentación humana o vegetales como huesos de aceitunas que normalmente se desechan. .

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?

Los indicadores están explicados con un lenguaje inteligible para la media de los arquitectos o técnicos de la construcción. Todos los indicadores adoptan un mismo patrón de presentación que facilita su comprensión.

4.4.4 LEED Capacidad de Guiar

G1 ¿El indicador brinda orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

Los indicadores de LEED (41 sobre 41) ofrecen y explican en detalle nuevos procesos, propuestas de proyecto, sistemas o estrategias para disminuir el impacto ambiental. LEED aporta utilidad como guía. Especialmente si se tiene la posibilidad de consultar las *Reference Guide* (es una publicación a la cual se accede a través del pago de unos centenares de dólares), se podrá tener mucha información valiosa: en la sección *Green Building Concern* se explican las implicaciones ambientales, comunitarias y económicas de una determinada decisión de proyecto; en *Design Approach* se aconsejan soluciones técnicas; en *Reference* se ofrece bibliografía.

G2 ¿Se especifican las repercusiones ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

Las consecuencias ambientales están explicadas en detalle en todos los indicadores (41) dentro de la *Reference Guide* (es una publicación a la cual se accede a través del pago de unos centenares de dólares), en la sección *Green Building Concern*.

G3 ¿Es transparente la asignación de: 1-una determinada valoración; 2-el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3-las bases de cálculo (tablas, algoritmos) empleadas?

La asignación de una valoración en LEED es absolutamente transparente, ya que, siendo un *checklist*, por cada indicador se otorga o no una cantidad de puntos (no es necesario asignar una nota dentro de un rango, y los puntos no se multiplican por unos pesos, como otras herramientas), y se puede reconocer con mucha facilidad en qué indicadores se conceden y en cuáles no.

El peso del indicador en la puntuación final se puede entender claramente por la máxima cantidad de puntos que puede obtener. Cuando se requiere la realización de cálculos, éstos se explican claramente y siempre son viables.

G4 ¿Las opciones correctivas son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

Las opciones de cambio propuestas ofrecen siempre una ventaja ambiental, pero algunas exigen una inversión económica inicial importante que LEED justifica con la bajada de gasto energético en fase de uso y afirmando que, con mayor confort, los usuarios del edificio trabajaran de manera más productiva.

G5 ¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, para orientar las prioridades de la inversión?

LEED sugiere posibles opciones correctivas, aunque sin especificar cuáles de ellas tienen la mejor relación coste-beneficio. No aclara donde invertir los recursos económicos disponibles. El objetivo es la ventaja ambiental, sin dar la preferencia a las que son de bajo coste. Da explicaciones sobre la relación coste-beneficio de todas las opciones, sin dar prioridad a ninguna. A veces propone una sola acción.

G6 ¿Es posible alcanzar la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

Siempre es posible cumplir con las exigencias del indicador para otorgar la máxima puntuación, con mayor o menor inversión económica.

5. Análisis de las herramientas representativas, según los criterios elaborados, en su globalidad como sistemas

5. Análisis de las herramientas representativas, según los criterios elaborados, en su globalidad como sistemas

Después de haber realizado en el capítulo anterior un análisis de cada indicador según los catorce subcriterios para indicadores, en este capítulo se realiza un análisis de la calidad global de la herramienta según quince subcriterios para las herramientas en su globalidad, agrupados en seis criterios.

En este capítulo, diferentemente del anterior donde cada herramienta está analizada por separado, el análisis de las cuatro herramientas se desarrolla conjuntamente, comparando una con las otras

Estos subcriterios están agrupados según los criterios Modelización, Representatividad de la Valoración, Viabilidad, Claridad, Capacidad de Guiar, cuya explicación extendida puede encontrarse en el Capítulo 3.

En el apartado 5.6 se profundiza a través de unas matrices, sobre que definición implícita de sostenibilidad ambiental se apoyan las herramientas, si se habla de sostenibilidad fuerte o débil, si la máxima aspiración de las herramientas coincide con un edificio que cierra el ciclo de recursos materiales o se contenta de una mayor o menor disminución de los impactos.

En el último apartado se realizan unas conclusiones sintéticas de los análisis realizados en esta investigación sobre cada herramienta.

5.1. Análisis comparativo de la Modelización de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas

Con este criterio se quiere establecer si la cantidad de indicadores es limitada, si están presentes en la cantidad mínima indispensable, si son todos útiles (suficientes), de modo que no se deje ningún tema relevante sin considerar y que aparezcan todos los necesarios para poder ofrecer una visión adecuada de la situación (visión completa). El criterio Modelización está articulado en los 5 subcriterios MS1, MS2, MS3, MS4, MS5 para las herramientas en su globalidad, expuestos a continuación.

MS1 ¿Se contempla cada factor del sistema importante para la sostenibilidad (agua, suelo, materiales, energía) en cada fase del ciclo de vida del edificio (proyecto, construcción, uso, demolición)? ¿Existen vacíos, temas no contemplados?

Para responder a estas preguntas se han realizado unas matrices para verificar si cada herramienta contempla todos los factores importantes para la sostenibilidad ambiental.

En las abscisas se encuentran las áreas de interés consideradas importantes para la sostenibilidad ambiental, más el área de interés sobre confort y salubridad, que se adjunta para poder catalogar dentro de las matrices los indicadores de confort, presentes en todas las herramientas:

- Consumo de agua
- Consumo de energía
- Emisiones
- Agotamiento de materiales
- Uso del suelo
- Biodiversidad
- Confort, salubridad

En las ordenadas se encuentran las varias fases de vida de los edificios.

- Producción materiales
- Construcción
- Uso
- Derribo

Cada indicador se introduce en la celda que constituye el cruce entre el tipo de impacto que quiere limitar (o cuestión de confort o salubridad) y la fase del Ciclo de Vida en la que éste impacto podría producirse.

La presencia del asterisco “*” en una celda significa que el tipo de impacto suele ser muy importante en la etapa de ciclo de vida indicada y que en cada herramienta tendrían que existir indicadores que se ocupan de ese impacto en esa fase del edificio. Cuando el asterisco está en rojo “*” significa que en la herramienta faltan indicadores que se ocupen de un impacto importante en un determinado ciclo de vida.

Si un indicador actúa en más áreas de interés y en más fases del ciclo de vida, aparecerá más veces en la matriz.

CASBEE							
	consumo agua	consumo energía	Emisiones	agotamiento materiales	uso suelo	biodiversidad	confort salubridad
producción materiales		* Calculo Energía imbuída	LR2261;LR2262;LR2263	* Q2111;Q2112; Q2113; Q2211; Q2212; Q2221; Q2222; Q2223; Q2224; Q231; Q233. LR221; LR222; LR224;		* LR221 LR222 LR224	
construcción					*	* Q31	Q32; Q33
uso	* LR211 LR2122	* Q1213; Q122; Q1311; Q1313; Q134; Q1422; LR11; LR12; LR121; LR122; LR131; LR132; LR133; LR134; LR135; LR136; LR141; LR142;	Q1411	*	*		Q111; Q112; Q1211; Q1214; Q1322; Q1331; Q1421; Q1423; Q1432; Q1431; Q2121; Q2122; Q2123; Q2231; Q2232; Q2233; Q2234; Q2235;
derribo				* LR225		* LR225	

GBTOOL							
	consumo agua	consumo energía	emisiones	agotamiento materiales	uso suelo	biodiversidad	Confort, salubridad
producción materiales		* M1-M41		* M1-M41		*M1M41	
construcción	AR4 AR10	M1-M41 AR24		M1-M41 AR18-AR23 AR25-AR26	AR3- AR5 AR11	*AR1 AR2	
uso	* T70-T96	* T1-T28 T35-T68 T100 T110-T145 AR13-AR16 AR31 AR40	T30-T33 (CFC)	* AR27-AR30	*		T35-T68 T101 T105-T109 AR15 AR17
derribo				*M11-M12-M40		*	

CAPÍTULO 5- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS

ITACA							
	consumo agua	consumo energía	Emisiones	agotamiento materiales	suelo	biodiversidad	Confort salubridad
producción materiales		*215 <i>Embodied Energy</i>		*241, 242, 243, 244, 245, 246		*241, 242, 243, 244, 245, 246	
construcción		243		241 242 244 331	* 133 222 352	* 222	
uso	* 125 231 321 321 323	* 111, 112, 126, 133, 211, 212, 213, 214, 351, 411, 412, 431, 433, 521, 621, 631, 711, 721, 731,	311, 312	* 341, 342, 511, 512, 513, 611	* 133, 124,		113, 121, 122, 131, 132, 351, 411, 412, 413, 414, 421, 422, 423, 424, 431, 432, 433, 641, 4432, 4441, 4442, 4422, 4423, 1231, 1232, 531, 541, 542, 4421, 4431,
derribo				* 245, 332		* 245, 332	

LEED							
	consumo agua	consumo energía	Emisiones	agotamiento materiales	uso suelo	Biodiversidad	confort salubridad
producción materiales		* MR5, MR6, MR7	EQ4	* MR3; MR4; MR6; MR7		* SS1, MR6, MR4, MR7 MR3,	
construcción	SS1	MR5		MR1; MR2;	* SSp;S S3;SS 5	* SSp1, SS5	EQ3(+)
uso	* SS6; WE1; WE2; WE3;	* SS7; Eap1; Eap2; EA1; EA2; EA3 EA5; EA6; EQ6; EQ8	Eap2; EA4;	* MRp1	* SS2;S S4;EA 5;	SS5, SS8	Eqp1(-); Eqp2; EQ1(-), Eq2; EQ5, EQ7;
derribo				*MR2;		*	

Consumo de agua. Todas las herramientas tienen indicadores sobre:

- consumo de agua,
- recogida de agua de lluvia para regar

- reducción del consumo del agua para usos domésticos (o con indicadores que evalúan el tipo de estrategias adoptadas para la reducción o otros que simplemente evalúan una estimación del consumo anual por persona)
- depuración y reciclaje de aguas residuales:

Es importante remarcar que el peso que tienen estas medidas sobre la puntuación final varía mucho de una a otra herramienta.

En CASBEE existen 3 indicadores que se ocupan del agua: LR2.1.1 ahorro del agua con reductores para grifos e inodoros, LR2.1.2.1 uso del agua de lluvia, y LR2.1.2.2 reciclaje de las aguas grises y negras.

En GBTOOL, los indicadores AR08-AR09 verifican cuánta agua no se retrae del medio para regar (pide si el jardín está recubierto con plantas que necesitan riego o no); T70-T85 verifican el consumo de agua (sustraen el agua de lluvia recuperada para el riego, y el agua gris recuperada para regar y para los inodoros). T90-T96 se ocupan de aguas residuales y recupero de agua de lluvia.

En ITACA el indicador 3.2.1 evalúa la cantidad de agua de lluvia recuperada, el 3.2.2 evalúa la cantidad de aguas grises recicladas y no enviadas al desagüe, el 2.3.1 evalúa el consumo neto de agua potable;

En LEED el indicador WE1 contempla el uso de aguas de lluvia para riego y sistemas de riego eficientes. El indicador WE2 contempla el tratamiento de aguas residuales. El indicador WE3 pide minimizar el gasto de agua en fase de uso con sistemas de ahorro.

Consumo de energía. Las cuatro herramientas tratan detenidamente el tema de la energía en fase de uso y de producción materiales (En CASBEE, ITACA, GBTOOL se aplica el concepto de energía imbuida o *embodied energy*, para evaluar la sostenibilidad ambiental de los materiales. Esta pretende cuantificar la cantidad de Energía, expresada en Joule, necesaria para el ciclo de vida de un determinado material). Para conocer objetivamente cual es el comportamiento ambiental del edificio, y saber cuánto ahorro ambiental se consigue con la aplicación de una acción correctiva, es necesario basarse en unos valores objetivos, como el cálculo de impactos. El indicador de energía imbuida que aparece en CASBEE, GBTOOL e ITACA, mide en MJ la cantidad de energía necesaria en todo el ciclo de vida de los materiales. ITACA y GBTOOL realizan una estimación de producción de CO₂.

Emisiones. LEED no calcula emisiones, pero dispone de indicadores que buscan limitar factores que inciden notablemente en su producción. CASBEE versión 1.0 calcula el indicador de energía incorporada (*embodied energy*), como en GBTOOL e ITACA, que mide en MJ la cantidad de energía necesaria en todo el ciclo de vida de los materiales. La valoración de los impactos se realiza a través de puntuaciones, que se ponderan para obtener las notas finales. CASBEE calcula las emisiones de CO₂.

Agotamiento de los materiales. Las cuatro herramientas tienen indicadores sobre agotamiento de materiales, todos piden una estimación de consumo de agua en la fase de uso, fomentando estrategias como: reutilización de estructuras existentes, reutilización de materiales no estructurales, uso de materiales locales, recupero de materiales provenientes de otra obra, reciclabilidad de los materiales, reciclaje de agregados, uso de materiales rápidamente renovables, *ecolabelling*, durabilidad, flexibilidad.

Pero se pueden observar unos vacíos, como:

- CASBEE no pide que el proyecto prevea un espacio para el reciclaje de los residuos domésticos y no toma en cuenta directamente la fase de derribo del edificio.

Para limitar la producción de los impactos sería muy útil establecer un límite máximo a las cantidades de materiales y energía no renovables disponibles.

Uso del suelo. En ninguna herramienta el tema del uso del suelo está tratado de manera completa. Especialmente CASBEE no tiene indicadores sobre uso del suelo (no se pide que la huella del edificio sea la más reducida posible, o que el edificio se realice cerca de urbanizaciones ya existentes, o que se dé prioridad a construir en áreas cercanas a medios de transporte públicos o pistas ciclables).

En GBTOOL, los indicadores AR4-AR5 se interesan por reducir la mineralización del suelo exigiendo que el edificio ocupe una superficie mínima (*Building Footprint*). Los indicadores AR6-AR7 verifican cuantos mq de suelo libre de construcción es permeable. El indicador AR3 se ocupa del suelo como residuo (verifica que cantidad de tierra residual de las excavaciones sale de la obra). Descuida dar preferencia a construir cerca de urbanizaciones y redes de infraestructuras ya existentes y tampoco pide prudencia en la excavación para evitar contaminación de las aguas.

En ITACA, el indicador 1.3.3 pide de construir cerca de redes de infraestructuras existentes. El indicador 2.2.1 pide de construir con preferencia dentro de urbanizaciones ya existentes. El indicador 3.5.2 se ocupa de tomar precauciones para que cuando se realicen los movimientos de tierra, se evite la contaminación de aguas subterráneas. No pide evitar la impermeabilización del suelo y minimizar la creación de residuos con los movimientos de tierra

En LEED el indicador SS1 pide no construir en áreas ambientalmente sensibles. SS2 pide construir en áreas cercanas a infraestructuras existentes. SS3 pide si hace falta descontaminar el suelo antes de la construcción. SS6 pide que el suelo sea lo más permeable posible. No tiene en cuenta de la tierra como residuo.

Biodiversidad. Las cuatro herramientas se ocupan de alguna manera de preservar la biodiversidad de la parcela y su entorno. CASBEE solo indirectamente, a través de sus indicadores que invitan a utilizar materiales reciclados y/o reciclables.

En GBTOOL los únicos indicadores que de alguna manera pueden limitar el impacto en la Biodiversidad son los que piden que se utilicen materiales reciclados y/o reciclables, más AR2 que se ocupa del uso y valor ecológico anterior de la construcción de la parcela (*Describir la situación de la parcela antes de la construcción del edificio – uso, topografía, tipo de suelo, tipo medida y número de árboles y de otros vegetales, superficie y superficie subterránea de acuíferos*).

ITACA se ocupa de la protección de la biodiversidad en fase de construcción con el indicador 2.2.2 *Variación del valor ecológico del sitio*. Como en GBTOOL se considera que los indicadores de ITACA que fomentan el uso de materiales reciclados y/o reciclables también protegen la biodiversidad, como los indicadores que fomentan una buena gestión de las ruinas resultantes del derribo.

CASBEE se ocupa de la biodiversidad con los indicadores donde fomenta materiales reciclados, reciclables y renovables.

LEED, en fase de producción de materiales, se ocupa de la biodiversidad a través del indicador *SS1. Selección de la ubicación*, además de los indicadores que fomentan la reciclabilidad y renovabilidad de los materiales (MR6, MR4, MR7, MR3). En fase de construcción los indicadores *SSp1. Control de la erosión para reducir los impactos negativos en la calidad del aire y del agua* y *SS5. Limitar los disturbios del hábitat, restaurar las áreas abiertas plantando especies nativas. Reducir la huella del edificio*, actúan en protección de la biodiversidad. No se ocupa de la gestión de las ruinas resultantes del derribo.

Confort. La calidad ambiental interior, que es un aspecto que justifica la existencia de la arquitectura y sin duda se tienen que tener en cuenta en una evaluación de proyecto, al igual que la repercusión económica, debería tener lugar en un módulo separado de la evaluación de sostenibilidad ambiental para que no existan interferencias en las valoraciones. En las cuatro herramientas se encuentran, en diferente medida, varios indicadores de calidad ambiental interior.

MS2 ¿Se consigue establecer una diagnosis de la realidad del edificio? ¿Se consigue proporcionar una descripción empírica del edificio completa? ¿Por tratarse de un modelo se reduce el número de componentes (completo)?

Observando las matrices realizadas para contestar a las preguntas del subcriterio SM1, se puede notar que las 4 herramientas analizadas presentan vacíos en algunos temas (completo), pero es más fuerte la excesiva presencia de indicadores no directamente implicados con la sostenibilidad ambiental (suficiencia).

La diagnosis del edificio realizada por CASBEE puede resultar confusa e incompleta. Confusa porque existe una fuerte presencia de indicadores no estrictamente vinculados con la sostenibilidad ambiental (en el área de interés *Quality*) cuya puntuación obtenida va a mezclarse con la valoración sobre comportamiento ambiental del edificio. Incompleta porque presenta unos vacíos como los impactos sobre el recurso suelo (como explicado en el párrafo anterior) y los impactos provocados en la fase de construcción. CASBEE no pide que el proyecto prevea un espacio para el reciclaje de los residuos domésticos.

La herramienta GBTOOL puede obtener una descripción bastante exhaustiva del comportamiento medioambiental del edificio en análisis. Requiere muchas descripciones sobre decisiones de proyecto (sistemas técnicos, arquitectónicos etc.) y contiene una cantidad muy alta de indicadores que no aportan información útil al usuario. Para utilizar GBTOOL es necesario mucho trabajo de parte del usuario. Existen varios casos donde diferentes indicadores piden los mismos datos.

En ITACA no encontramos vacíos importantes. Pero averiguamos que las 3 Áreas de Interés *Calidad Ambiente Interno, Calidad del Servicio, Calidad de la gestión* comprenden factores no propios de la sostenibilidad ambiental del edificio, entendida en esta investigación como capacidad menor o mayor del edificio de cerrar los ciclos de los recursos materiales. Aunque se reconoce la extrema importancia de indicadores como el confort acústico y el cálculo del electromagnetismo para el bienestar de los usuarios del edificio, se considera que tendrían que ser controlados por la normativa, y en caso de pedir valores más exigentes que esta, se tendrían que evaluar paralelamente.

LEED consigue trazar una diagnosis fiable. Se consigue una visión satisfactoria del comportamiento ambiental del edificio observando los resultados de cada sección. Toma en cuenta todos los factores importantes para la sostenibilidad: suelo, agua, gasto energético, materiales y recursos. Adopta la estrategia de prevenir el posible consumo, en lugar de exigir estimaciones de consumo. Notamos vacíos: no verifica si se aplican en el proyecto estrategias bioclimáticas y no se ocupa de la tierra de excavación y de las ruinas resultantes del derribo como residuo.

En todas estas herramientas, en mayor o menor medida se incluyen indicadores sobre factores no estrictamente implicados con la sostenibilidad como son el confort ambiental, confort acústico, los aspectos sociales y económicos. Existe confusión en las herramientas entre los fines de la edificación y su sostenibilidad, entre la definición de habitabilidad y los recursos e impactos ambientales implicados en obtenerla. Las condiciones de habitabilidad son la razón de ser de un proyecto de arquitectura, pero su valoración dentro de estas herramientas distorsiona la calificación ya que, mezclando conceptos diferentes, el resultado final se convierte en un híbrido que no puede representar correctamente la sostenibilidad del edificio.

Se considera necesario especificar que en toda herramienta de calificación ambiental de edificios tendrían que aparecer unos prerrequisitos imprescindibles que actúen como filtro, al principio, para bloquear cualquier proceso de evaluación en edificios con usos o intervenciones contrarias a la dignidad humana (como, por ejemplo, los destinados a la producción de armas o en los que intervenga el trabajo infantil y/o esclavo, etc.). Ninguna de las herramientas en análisis los incluye.

MS3 ¿Estas variables son agrupadas en temas de interés?

En CASBEE, ITACA y LEED los indicadores están agrupados por áreas de interés. También en GBTOOL pero con la diferencia de que mientras en las demás herramientas las puntuaciones de los indicadores se suman dentro de cada área de interés para obtener su puntuación global, en GBTOOL las puntuaciones de los indicadores se suman en cálculos internos de la herramienta según agrupaciones diferentes a las áreas de interés.

MS4 ¿La cantidad de indicadores es limitada, en la cantidad mínima posible pero son todos ellos necesarios para describir el sistema? ¿Es la cantidad necesaria y suficiente?

La suficiencia de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios podría integrarse realizando la evaluación de ámbitos no directamente implicados con la sostenibilidad ambiental en forma separada de esta última y con una valoración independiente. En tal sentido, y tal como se explicará en forma detallada más adelante (apartado 6.3), podrían considerarse tres módulos con evaluación y calificación final independiente, representados por los apartados de nivel de sostenibilidad ambiental (del edificio), de exigencias de calidad ambiental interior (del edificio) y de gestión ambiental (de las actividades directa o indirectamente relacionadas con el edificio).

MS5 ¿Existe un indicador sobre los impactos que se producirán a lo largo de la vida útil del edificio, para establecer en qué medida el edificio consigue cerrar el ciclo de los recursos materiales?

LEED no calcula los valores absolutos de los impactos que se pueden producir a lo largo de la vida útil del edificio. La valoración de los impactos se realiza a través de puntuaciones, que se ponderan para obtener las notas finales. Es una herramienta que puede ayudar a bajar el impacto de los edificios, pero no a cuantificar la mejora.

CASBEE versión 1.0 calcula el indicador de energía incorporada (*embodied energy*), como en GBTOOL e ITACA, que mide en MJ la cantidad de energía necesaria en todo el ciclo de vida de los materiales. La valoración de los impactos se realiza a través de puntuaciones, que se

ponderan para obtener las notas finales. La versión 2010 de CASBEE calcula las emisiones de CO2.

GBTOOL en base a la información introducida internamente realiza cálculos de los impactos que el edificio puede producir a lo largo de su ciclo de vida. En la hoja *Summary Report* pueden leerse los resultados en relación a impactos como Gases efecto invernadero, Gases destructores de la capa de Ozono, acidificación, Foto oxidantes, eutrofización, consumo energía primaria, energía imbuída, etc.

<i>Greenhouse Gas Equivalent calculations for operations</i>	Bmark Max	Bmark Best	Design	Incomplete because of missing data on emissions from nuclear, hydro reservoirs, geothermal, biomass etc.
Greenhouse Gas Equivalent, kg. per year CO ₂ kg+CH ₄ *21/1000	625.989	287.524	470.911	Kg. CO ₂ equiv. per year
GGE per year in kg. per unit net area	51	23	38	Kg. Equiv / m ² * yr
Ratio of Design to Benchmark GGE per year for net area	100%	46%	75%	
Predicted annual GGE, normalized to area and occupancy	257	118	193	(Kg. Equiv / m ²) / (kaph / m ²) * yr
Ratio of Design to Benchmark, for occupancy-adjusted GGE	100%	46%	75%	
<i>Ozone Depletion Calculations for operations</i>				
Ozone Depletion from leakage of CFC-11 equivalent, in gm per yr.	11.69	5.17		gm CFC-11 equiv. per year
Predicted CFC-11 equivalent leakage per year in gm. per unit net area	0,00094	0,00042		gm CFC-11 equiv / m ² * year
Ratio of Design to Benchmark leakage of CFC-11 equivalent per year for net area	100%	44%		
Predicted leakage of annual CFC-11 equivalent, normalized to area and occupancy	0.00479	0.00212		(gm CFC-11 equiv / m ²) / (kaph * m ²) * yr
Ratio of Design to Benchmark, for occupancy-adjusted net area of CFC-11 equivalent annual leakage.	100%	44%		
<i>Green Centre, Rev. 01, Big Town, Any country, Summary Report</i>				
<i>Acidification calculations for building operations</i>				
Acidification Equivalent, SO ₂ kg. per year SO ₂ kg+(NO ₂ *0.7+NO*1.07+NH ₃ *1.88+HF*1.6+HCL*0.88)	2.826	2.243		Partial because of missing HCl data Kg. SO ₂ equiv. per year

Hoja *Summary Report* – GBTOOL, fuente iiSBE

En la hoja *Assessment Results* aparecen las valoraciones totales de los impactos que puede producir el edificio a lo largo de su ciclo de vida, según los indicadores seleccionados por la herramienta.

Selected Environmental Sustainability Indicators for the Design		per m2 only	by area & by occupancy	
ESI-1	Total net consumption of primary embodied energy, GJ	1,5	7,7	(MJ/m2) / (kaph/m2)
ESI-2	Net annualized consumption of primary embodied energy, MJ	20	103	(MJ/m2) / (kaph/m2)
ESI-3	Net annual consumption of primary energy for building operations, MJ	347	1761	(MJ/m2) / (kaph/m2)
ESI-4	Net annual consumption of primary non-renewable energy for building operations, MJ	329	1671	(MJ/m2) / (kaph/m2)
ESI-5	Net annualized primary embodied energy and annual operating primary energy, MJ	349	1774	(MJ/m2) / (kaph/m2)
ESI-6	Net area of land consumed for building and related works, m2	0,3	4,9	m ² / occupant
ESI-7	Net annual consumption of potable water for building operations, m3	14	49	m ³ / (aph/m ²) * yr
ESI-8	Annual use of grey water and rainwater for building operations, m3	2	9	m ³ / (aph/m ²) * yr
ESI-9	Net annual GHG emissions from building operations, kg. CO ₂ equivalent	38	193	(Kg. eCO ₂ / m ²) / (kaph / m ²)
ESI-10	Predicted CFC-11 equivalent leakage per year in gm.	0,000417	0,002121	(gm CFC-11 equiv / m2) / (kaph * m2) * yr
ESI-11	Total weight of materials re-used in Design from on-site or off-site uses, kg.	933	4741	kg / (aph/m ²) * yr
ESI-12	Total weight of new materials used in Design from off-site uses, kg.	430	2186	kg / (aph/m ²) * yr

Hoja *Assessment Results* – GBTOOL, fuente iiSBE

ITACA mide en MJ la cantidad de energía necesaria en todo el ciclo de vida de los materiales.

Sobre este último subcriterio MS5, se considera que para que la herramienta sea completa, deberá tener la capacidad de detectar cuándo, el edificio en análisis, consigue cerrar el ciclo de los recursos materiales (explicado más en profundidad en Criterio 6, Apartado 3.6), incluyendo indicadores que verifiquen cuántos impactos puede producir a lo largo de su vida útil (Subcriterio MS5).

Recomendaciones sobre la capacidad de Modelización de las herramientas de certificación ambiental de los edificios

- las herramientas tendrán que ser completas, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del edificio, incluyendo indicadores sobre agua, energía, materiales, suelo, biodiversidad, en las fases de extracción y fabricación de materiales, transporte, construcción, uso y mantenimiento y, finalmente, derribo (ver párrafo 3.1.3.).
- No incluir factores no estrictamente vinculados con la sostenibilidad ambiental: Para que una herramienta de calificación y certificación ambiental pueda ofrecer una idea coherente con la realidad del nivel de sostenibilidad ambiental de un edificio es conveniente que los factores no estrictamente vinculados a ella, como las condiciones de confort, económicas, etc. puedan ser tratados separadamente de las de sostenibilidad ambiental o por otras herramientas, o previamente por normativas que bloqueen situaciones inaceptables (ver párrafo 3.1.3.3.).
- La cantidad de indicadores tiene que ser la mínima posible

5.2. Análisis comparativo de la Representatividad de la Valoración de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas

El criterio Representatividad de la Valoración incluye las características que tiene que tener una herramienta para poder ofrecer una valoración correcta, representativa del nivel de sostenibilidad del edificio evaluado. La principal función de estas herramientas es ubicar los edificios dentro de un ranking de sostenibilidad que ellas mismas determinan.

RS1 ¿Cada indicador ofrece un valor *Benchmark* (equivalente a lo que pide la normativa o equivalente a las prácticas constructivas habituales en la misma área geográfica)?
¿Hay diferenciaciones por cada tipología y uso?

El subcriterio RS1 se ocupa de un tema ampliamente debatido entre los realizadores de herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios que es el de la correcta elección de los *Benchmarks*, es decir cuáles y cómo serán los edificios que representan la puntuación 0 (representados habitualmente por edificios hipotéticos que cumplen justos con los requisitos mínimos requeridos por la normativa o la práctica habitual en la construcción local).

Normalmente las herramientas están pensadas para un territorio nacional, donde pero pueden encontrarse tipologías edificatorias, usos y características locales muy diferentes entre ellas, hecho que rinde discutible la clasificación de los edificios de referencia por tipos de uso, tipología arquitectónica y ámbitos geográficos.

En esta investigación se propone que el ámbito geográfico y/o la tipología sean lo más restringido posible, de manera que se podrían escoger edificios de referencias con características muy específicas de la zona, hasta que los valores de los rangos para la evaluación se podrían ajustar a casos reales estudiados directamente.

Weighting coefficients(default)

		1 *LR1/2. Natural Energy Utilization											1				
Item	Item name	Entire building and common properties										Elementary/ Junior High/ High Schools	Residential and Accommodation sections				
		Offices	Schools	Retailers	Restaurants	Hospitals	Hotels	Apartments	Halls	Factories	Schools	Hospitals	Hotels	Apartments			
Total floor area	Ratio of Total floor area	1.00															
Q	Ratio of Residential & Accommodation Section					1.00	1.00	1.00									
Q1	Q Indoor Environment	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40						
1	Q1 Noise & Acoustics	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.23	0.15	0.15						
1.1	Q1.1 Noise										1.00						
1.1.1	Q1.1.1 Background noise level									1.00	1.00						
1.1.2	Q1.1.1 Equipment noise																
1.2	Q1.1 Sound Insulation	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	1.00	0.40	0.70	0.70	0.70	0.70	1.00			
1.2.1	Q1.1.2 Sound Insulation of Openings	0.60	0.40	1.00	0.60	0.40	1.00	1.00	1.00	0.60	0.40	0.30	0.30	0.30			
1.2.2	Q1.1.2 Sound Insulation of Partition Walls	0.40	0.30		0.40	0.60				0.40	0.30	0.30	0.30	0.30			
1.2.3	Q1.1.2 Sound Insulation Performance of Floor Slabs (light-weight impact source)		0.15								0.15	0.20	0.20	0.20			
1.2.4	Q1.1.2 Sound Insulation Performance of Floor Slabs (heavy-weight impact source)		0.15								0.15	0.20	0.20	0.20			
1.3	Q1.1 Sound Absorption	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		0.20	0.30	0.30	0.30	0.30				
2	Q1 Thermal Comfort	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.44	0.35	0.35						
2.1	Q1.2 Room Temperature Control	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Hoja Weight – CASBEE, Fuente Japan Sustainable Building Consortium (JSBC)

Para la herramienta CASBEE, el valor *Benchmark* dentro de cada indicador es igual a la nota 3. En CASBEE se puede ponderar cada nivel de la Herramienta: indicadores, Áreas de Interés y

grandes agrupaciones de Áreas de interés como Quality y Loads. Existen experiencias con CASBEE de adaptación de la herramienta a realidades geográficas limitadas a través de la ponderación de los pesos realizada por expertos, como CASBEE-Nagoya city, cuya valoración es obligatoria dentro del Plan de Ahorro de Energía de la ciudad de Nagoya y tiene que ser entregado conjuntamente a los planos del edificio.

En la herramienta GBTOOL cada indicador está acompañado por su valor *Benchmark*. En la herramienta, que tiene formato Excel, existe la *hoja Bmark* que está preparada para adaptar los Benchmarks a diferentes situaciones escogiendo los pesos relativos a materiales, sistemas constructivos, sistemas mecánicos, energía imbuida y emisiones, y para adaptar los Benchmarks a edificios multiresidenciales, oficinas, comercios.

General Benchmarks by Occupancy Type					
Occupancy Type	Multi-unit residential	Office	Local Retail	Not applicable	Adjusted for occupancy mix
Typical bay size, m x m	6.5 x 7.5	8 x 8	8 x 8		NA
Predominant concrete strength used					
Min. floor load capacity of typical floors, Mpa					
Typical days of full operation per year	365	260	320		322
Typical hours of full operation per day	18	8	10		13.7
Typical net space allocation for primary occupants	see 925-926	16	3		NA
Typical number of on-site lockable bicycle spaces	0.5	0.5	0.5		0.5
Typical number of on-site automobile parking spaces	0.9	0.9	0.1		0.9
Area of central facility provided for sorting and storage of solid wastes	2.00	5.00	1.00		8.00
Area of central facility provided for sorting and storage of organic wastes	3.00	2.00	0.00		5.00
Aggregate area provided for sorting and storage of solid wastes on each floor, for all floors	1.00	1.50	0.75		3.25
Aggregate area provided for sorting and storage of organic wastes on each floor, for all floors	0.50	0.25	0.00		0.75
Estimate of annual number of automobile commuting trips generated by occupancy					

Benchmarks for Materials		Benchmark
Proportion of the structure that would normally be retained as part of the new building, if there is a suitable existing building on the site		25%
Proportion of steel that would normally be salvaged from existing structure(s) on the site, and re-used on the new design and/or sent off-site for re-processing, not including the area of the existing structure retained, as per B25		50%
The amount of other materials and components salvaged from existing structure(s) on the site that would normally be re-used in the design and/or sent off-site for re-use, not including the area of the existing structure retained, as per B25		15%
Proportion of materials used in the building that would normally be salvaged from off-site sources		5%
Recycled content in materials used in the building that would normally be obtained from off-site sources		5%
Maximum average distance from site of production of materials accepted as locally produced		100
Percent of materials that would normally be locally procured		25%
Percentage of interior finish materials that would normally conform to the VOC limit values of a recognized certification agency		50%
Percentage of materials of wood origin that would normally be certified to conform to requirement for sustainable forestry practice guidelines		20%
Volume of solid wastes resulting from the clearance of existing structures on the site that would normally not be sent to a solid waste facility		20%
Volume of solid wastes resulting from the construction process that would normally not be sent to a solid waste facility		50%

Hoja Benchmark - GBTOOL 1.8, Fuente iiSBE

Siempre en GBTOOL, en la *hoja Vote* los grupos de expertos de cada región pueden atribuir los pesos a cada Área de interés (como *consumo de recursos, emisiones, calidad ambiental interna, calidad del servicio, temas económicos, Gestión y transportes*) según las prioridades regionales. De momento estas adaptaciones se están realizando principalmente para territorios naciones, pero técnicamente podrían realizarse por áreas geográficas más reducidas como municipios.

Vote for relative importance of Major Issue Areas				GBC default		Your Team Selection		Your Team selection as percent		According to a decision taken by GBC teams, weights must be assigned for Resource Consumption, Loadings and EQ, but others are optional. The overall building score is based only on the three core issue areas.	
<i>Weighting examples are provided</i>											
R	RESOURCE CONSUMPTION	20	30	20%	Basis for national team Issue weights is regional policy or regulation	At left, specify the basis of your national team weights.					
L	LOADINGS	25	45	25%							
Q	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY	20	25	20%							
S	SERVICE QUALITY	15	0	15%							
E	ECONOMICS	10	0	10%	Use GBC defaults for Issue weights	At left, select which Issue weights you want to apply to the results, the GBC defaults or your Team selection					
M	PRE-OPERATIONS MANAGEMENT	10	0	10%							
T	COMMUTING TRANSPORT	0	0	0%							
Vote for relative importance of Categories within Major Issue Areas											
<i>Up to 6 persons can enter points in columns. Only members with expertise appropriate to the subject should vote, so some groupings will have more voters than others. Results are averaged.</i>											
<i>Weighting examples are provided (modify these or remove them!)</i>											
Adjust weights until red numbers disappear											
R	RESOURCE CONSUMPTION										For weight of R4, note that the re-used existing structure represents 53.3 percent of the total project gross area.
R1	Life-Cycle net primary energy use	20					20	20%	Allocate 100 points total in each column	Weights should ideally be based on data that indicates the relative importance of each Category in having an impact on ecological systems or human health and productivity over the life-cycle of the building. Failing this, a subjective assessment by persons having expertise in the area may be used.	
R2	Use of land and change in quality of land	25					25	25%			
R3	Net consumption of potable water	20					20	20%			
R4	Re-use of existing structure or materials and/or recycling of	15					15	15%			
R5	Amount and quality of off-site materials used	20					20	20%			

Hoja Vote, GBTool 1.8, Fuente iiSBE

En la herramienta ITACA, en cada indicador el valor *Benchmark* es igual a la evaluación 0. Para calibrar el Benchmark a específicas situaciones está a disposición de los equipos locales de expertos un archivo Excel de introducción de pesos, donde se atribuyen pesos a cada indicador y a cada área de interés.

2 - CONSUMO DI RISORSE				Voto	Peso %	Voto P.
2.1 Consumi energetici				0	30	0
	Voto	Peso %	Voto P.			
2.1.1 Isolamento termico	0	20	0			
2.1.2 Sistemi solari passivi	0	20	0			
2.1.3 Produzione acqua sanitaria	0	20	0			
2.1.4 Energia elettrica (fonti non rinnovabili)	0	20	0			
2.1.5 Energia inglobata	0	20	0			
		100				
2.2 Consumo di terreno e impatto sulla qualità ecologica				0	20	0
	Voto	Peso %	Voto P.			
2.2.1 Superficie di terreno utilizzata	0	40	0			
2.2.2 Variazione del valore ecologico del sito	0	60	0			
		100				
2.3 Consumo netto di acqua potabile				0	20	0
	Voto	Peso %	Voto P.			
2.3.1 Consumo netto di acqua potabile	0	100	0			

Archivo *Calcolo pesi*, ITACA, Fuente Istituto ITACA

LEED, siendo una estructura *checklist*, no asigna a los indicadores unas notas según unos rangos preestablecidos entre un mínimo y un máximo, simplemente asigna créditos que se van sumando. Pero establece unas condiciones mínimas para conceder los créditos, que pueden considerarse el equivalente del *Benchmark* para LEED. LEED dispone de varias versiones adaptadas a varias tipologías pero no a diferentes situaciones geográficas, ya que la evaluación que realiza no se puede modificar en función de las condiciones locales (se tiene la misma valoración en un edificio de oficinas que esté construido en el estado de California o en Nevada). Especialmente los valores que tienen mucho peso en la evaluación (como ahorro de CO2 o MJ), tendrían que ser ajustados a las diferentes realidades tipológicas y territoriales.

RS2 ¿El sistema permite diferenciar las cantidades de recursos que se consumen en cada fase del ciclo de vida del edificio?

Para un cálculo realista del consumo de los recursos a lo largo del ciclo de vida del edificio los indicadores del sistema tendrían que poder distinguir entre los recursos invertidos en las fases de producción de materiales y construcción, cuyo calculo es relativamente fácil de prever y la fase de uso y mantenimiento, donde el empleo del edificio que haga cada usuario puede variar mucho, y a menudo se aleja de estimaciones de uso optimistas. El camino que se propone en esta investigación es evaluar la potencialidad de sostenibilidad del edificio en uso.

Observando las herramientas en estudio respecto a estas cuestiones se puede notar que LEED, para calificar el comportamiento ambiental de los edificios, no suma las cantidades de recursos empleados, sino que evalúa las potencialidades de uso y construcción del edificio ambientalmente más sostenibles, y si califica de manera separada la construcción de edificios nuevos o rehabilitaciones mayores y la fase de uso.

GBTOOL, CASBEE e ITACA tienen un sistema de calcular los impactos bastante parecido, donde consumos energéticos producidos en las fases de producción de materiales y construcción se suman a los impactos estimados con simulaciones en fase de uso. Estas cantidades están sumadas internamente por la herramienta y en los resultados no se puede distinguir qué cantidades son debidas a datos ciertos y que parte a simulaciones

Recomendaciones sobre la Representatividad de la Valoración de las herramientas de certificación ambiental de los edificios

- En la asignación de los pesos y de los valores mínimos y máximos, se deberán tener en cuenta las circunstancias peculiares del área geográfica a evaluar. El entorno tendrá que ser homogéneo respecto a clima, aspectos culturales, aspectos sociales, aspectos económicos, aspectos técnicos de la construcción. Más limitado será el área geográfica de influencia y más ajustada a la realidad será la evaluación.
- Los límites mínimos y máximos para asignar una puntuación u otra tienen que ser claros y correctos. Para su determinación debería escogerse un edificio de referencia (*Benchmark*) para cada tipología predominante y tomar como valores mínimos los valores estándar, la práctica corriente, y como máximos aquellos donde se aplican todas las mejoras tecnológicamente disponibles en aquel momento en función de las posibilidades del entorno del proyecto (ver párrafo 3.2.2.)
- En el cálculo de los impactos se tendría que diferenciar entre el porcentaje provocado en fase de construcción y el porcentaje previsto para la fase de uso (ver párrafo 3.2.5.).

5.3. Análisis comparativo de la Viabilidad económica y de uso de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas

VS1 ¿La herramienta resulta atractiva de utilizar? ¿En general, los indicadores son convincentes?

- CASBEE tiene unos aspectos a mejorar: no incluye todos los factores importantes para la sostenibilidad ambiental de un edificio, está organizado de manera poco clara. La diferencia de patrón utilizada para presentar formalmente los indicadores rinde más difícil manejarse con ellos. También que existan tantos sub-indicadores y sub-sub-indicadores (por ejemplo Q1, Q1.1, Q1.1.1, Q1.1.1.1, Q1.1.1.2 etc....), que unos se utilicen en unas fase del ciclo de vida y no en otras, puede dificultar la comprensión del uso de la herramienta. CASBEE no propone caminos para mejorar el proyecto y el resultado final puede no reflejar la sostenibilidad del edificio, más bien un híbrido entre confort e impactos ambientales.

- GBTOOL puede ser convincente como medio para obtener un diagnóstico ambiental válido, porque toca gran parte de los temas cruciales para la sostenibilidad, aunque se recomienda incluir los indicadores de confort, de sostenibilidad económica y social, en módulos paralelos cuya nota final quede separada de la ambiental para evitar la ambigüedad de esta última. Una falta que se ha notado es que no ofrecen ninguna explicación sobre técnicas o sistemas constructivos y de instalaciones para mejorar el proyecto. Es necesario recordar que cuantas más acciones correctivas se ofrezcan más fácilmente se puede mejorar la calidad ambiental del edificio. GBTOOL no resulta de fácil aplicación. El sistema de búsqueda de los datos es complejo y cuanto más complejo, menos seguros son los resultados, más difícil la trazabilidad y más necesaria la presencia de expertos para utilizar la herramienta (y menos difusión y menos influencia).

- La herramienta ITACA no es siempre fácil de entender: para su aplicación es necesario realizar muchos cálculos y para la comprensión de los indicadores se encuentran a faltar mayores explicaciones gráficas. La herramienta conjuntamente al título de cada indicador, ofrece de manera sintética información técnica y bibliográfica. Si esta información fuera extendida, podría llegar a constituir una guía muy completa para sostener eficazmente una mejora ambiental del proyecto. Las temáticas incluidas en la herramienta pasan la frontera de la sostenibilidad ambiental y llegan a temáticas como la bioarquitectura y el confort, etc. Como ya dicho para GBTOOL, estos indicadores se tendrían que incluir en módulos paralelos cuya nota final quede separada de la ambiental para evitar la ambigüedad de esta última.

- LEED resulta atractivo y claro de utilizar. La respuesta al indicador puede ser generada basándose en datos fácilmente accesibles. Los indicadores tienen sentido común y son fáciles de entender, están bien explicados. En la Guía, cada indicador está acompañado de acciones correctivas para mejorar la sostenibilidad del proyecto.

- Las herramientas GBTOOL, CASBEE necesitarían una presentación (*interface*) más enfocada en las exigencias de los usuarios, para que resulte de simple aplicación, mejores explicaciones, con más imágenes para permitir un fácil uso al usuario. Además necesitarían adoptar un formato estándar para todos los indicadores, que contenga temáticas preestablecidas, facilitando el acto de orientarse al interno de una herramienta, como en diferente medida hacen LEED e ITACA.

- En relación a la viabilidad económica, que influye en gran medida en el éxito de la herramienta, para que un sistema de evaluación de la sostenibilidad de los edificios sea viable, los valores de los indicadores tendrán que poderse determinar a un coste razonable. La situación ideal que permite la máxima economía para conseguir los datos es cuando estos están en el proyecto ya organizados dentro de la lógica del propio documento, resultando fácilmente disponibles (ver párrafo 3.3.2.). En LEED, casi siempre, la información que se requiere para el cálculo de los indicadores es fácil de hallar directamente en el proyecto, y la mayoría de las veces los datos no necesitan una elaboración ulterior (ver apartado 4.4, subcriterio V1).

Recomendaciones para indicadores viables (Donella Meadows)⁸⁴

Sobre el contenido:

- Hay que medir lo que realmente se quiere conocer (¿El real bienestar de las familias o el PIB?). Antes que utilizar un indicador es necesario averiguar que mida lo que realmente se necesita.
- Los indicadores tienen que enseñar claramente a los usuarios como actuar para solucionar un problema, ya que de lo contrario no sirven. Tienen que ser comprensibles. En muchos casos el mismo indicador puede inspirar al usuario a encontrar un camino práctico para resolver su problema específico.
- El usuario tiene que poder entender que aunque el problema sea grande y global, a pequeña escala se puede hacer algo para resolverlo.
- En un sistema, una parte de los indicadores tienen que medir la causa del problema, no solo el efecto.
- Un buen indicador no se tiene que obtener a costa de la sostenibilidad de otra comunidad o de la sostenibilidad global.

Sobre el proceso de elaboración de los indicadores:

- Es fundamental que los indicadores sean limitados en número y todos ellos interesantes y comprensibles, algo que resulta bastante difícil de conseguir.
- Los técnicos especialistas encargados de realizar el sistema de indicadores tienen que tener en cuenta que su visión del mundo es subjetiva y normalmente se concentran en aquello que se conoce descuidando lo que conocen poco o nada. Puede haber desacuerdo entre los técnicos.
- Todos los técnicos tienen indicadores “preferidos”, que reflejan temas que para ellos son de gran importancia. Probablemente no sean los mejores indicadores, pero es importante prestarles atención. Hay que ponerlos en un papel, para poderse concentrar en otros indicadores.

Sobre la viabilidad de la medición:

- La medición de los indicadores tiene casi siempre un proceso costoso. Pero existen alternativas más simples. A veces existen caminos inteligentes para medir indicadores donde no hay necesidad de números y no se interfiere en el sistema (en el Museo de las Ciencias de Chicago sabían cuáles eran las exhibiciones más populares por el deterioro del suelo).
- Los indicadores pueden ser presentados en varios formatos, no necesariamente tienen que ser numéricos. Pueden ser signos, símbolos, dibujos, colores.
- Los indicadores pueden basarse en extensas bases de datos, costosas de mantener, pero en este caso resultarán más útiles para la investigación que para ofrecer información al usuario común. Es mejor que los indicadores sean inmediatamente comprensibles a través de la intuición, sensoriales (comprensibles con los cinco sentidos), realistas, convincentes. En su obtención pueden ser más eficientes los expertos en publicidad, en relaciones públicas, en artes gráficas que los burócratas. Si fuera posible, es mejor representar los indicadores como gráficos que como números.

⁸⁴ Meadows Donella, *Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group*. The sustainability Institute, <<http://www.sustainer.org/pubs/Indicators&Information.pdf>>, September 1999.

Recomendaciones sobre la Viabilidad económica y de Uso de las herramientas de certificación ambiental de los edificios

- La herramienta tendrá que ser simple de utilizar: que se escojan datos que se pueden encontrar en el proyecto con facilidad, aumentando de esta manera también la viabilidad económica (ver párrafos 3.3.2., 3.3.3.).
- Es importante tener en cuenta el coste económico del uso de la herramienta (ver párrafos 3.3.2. y 3.3.3.)
- Se considera preferible recurrir cuanto más posible a la representación gráfica y explicación visual (como gráficos, fotos, imágenes, etc.) de conceptos, resultados, acciones correctivas, siempre aclaran mucho y rinden el uso de la herramienta más liviano (ver 3.3.4.)

5.4. Análisis comparativo de la Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas

CS1 - ¿Los indicadores tienen un usuario bien definido, coincide con el que está declarado?

En la página web de GBTOOL se declara que la herramienta está pensada para un certificador experto. Se puede afirmar que el usuario más adecuado para GBTOOL es el evaluador: un profesional experto en la aplicación de la herramienta y en el asesoramiento sobre cómo controlar los eventuales impactos que supondrá la construcción y el uso de un edificio. Debido a la dificultad del uso de esta herramienta, no se considera adecuada a ser adoptada como soporte al proyecto.

CASBEE tiene una situación comparable con GBTOOL. Como especificado en el párrafo 2.4.3 de esta investigación, los autores afirman⁸⁵ que para evaluar el comportamiento ambiental de un edificio con la herramienta CASBEE es necesaria la intervención de certificadores reconocidos especializados.

ITACA, según las declaraciones de sus realizadores, está pensado para ser utilizado por cualquier profesional de la construcción, pero considerando la complejidad y el amplio abanico de temas tocados por los indicadores, puede resultar difícil sacarle provecho sin conocerlo a fondo. El usuario real de ITACA solo podrá ser un profesional que lo haya estudiado a fondo.

En la web de LEED se puede leer que el usuario declarado puede ser cualquier profesional implicado en el proyecto del edificio. LEED resulta fácil de entender (aunque haga falta una lectura atenta) para la mayoría de los profesionales de la arquitectura.

CS2 - ¿Los indicadores tienen un objeto de estudio bien definido? ¿Edificio, edificio y entorno, barrio, etc.? ¿Coinciden con los declarados?

En las cuatro herramientas en análisis, CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED, se calcula el flujo de recursos que se origina en el edificio y los espacios al aire libre que le pueden pertenecer (jardines, parkings, etc.).

En LEED, el objetivo de estudio es el edificio y la parcela que ocupará, teniendo en cuenta los impactos que se pueden provocar a nivel local y global (en la sección *Sustainable Sites* se pide: evitar construir en lugares con alto impacto, posiblemente recalificar el área, facilitar el uso de transporte público o de la bicicleta, que se facilite la recarga de los acuíferos no impermeabilizando el suelo, que se evite la formación de islas de calor, que se reduzca la contaminación lumínica, etc.).

ITACA más de indicadores sobre edificio y parcela, incluye también unos sobre territorio (acceso a medios de transporte públicos, existencia de fuentes de contaminación electromagnética cercanas, integración con el ambiente construido y con el ambiente natural,

⁸⁵ Esta información puede leerse en la página web de CASBEE, sus autores admiten que su utilización requiere un "ojo experto" por la presencia de evaluaciones cualitativas.

redes de infraestructuras). También requiere la realización de un estudio sobre el territorio circundante, a realizar previamente a la fase de proyecto.

En relación a en qué fase de la vida del edificio se está evaluando (mira párrafo 3.4.2.), se puede observar que todas las herramientas en análisis actúan en fase de proyecto, pero con la diferencia fundamental de que GBTOOL, CASBEE e ITACA actúan en el proyecto ejecutivo avanzado, cuando es muy difícil introducir modificaciones. LEED actúa en fase de diseño, cuando se determinan las calidades del edificio y todavía se pueden aplicar las oportunas acciones correctivas. Valorar en fase de proyecto ayuda a mejorar con más facilidad la eficiencia ambiental de los edificios. Cuando se evalúa un edificio construido se está analizando un objeto inmutable, donde casi solo se pueden aportar mejoras en los hábitos de uso. Sería importante que la herramienta pudiera actuar también en las fases preliminares (anteproyecto, proyecto básico, etc.) ofreciendo orientación y valoración ambiental en las fases que mayores potencialidades de cambio presentan (ver párrafo 3.4.2.).

CS3 – ¿Que objetivos reales tiene la herramienta? ¿Se comprenden con claridad? ¿Coinciden con los declarados?

Se transcriben los objetivos declarados de cada herramienta, tal como pueden leerse en sus páginas web, y se averigua su cumplimiento en los comentarios siguientes:

CASBEE
<p>Principal objetivo:</p> <p>El principal objetivo, declarado por los autores, es promover la sostenibilidad. Siguen la estrategia del <i>Green Building Challenge</i> de promover edificios sostenibles utilizando los mecanismos del mercado. Afirman: <i>“Investigadores y gobierno están reconociendo que la evaluación ambiental y el sistema de labelling son uno de los mejores métodos para empujar el mercado edilicio hacia una mejora de la performance ambiental de los edificios. Existe una creciente toma de conciencia que un salto mayor en las performance medioambientales, por lo menos en la economía de mercado, dependerá por los cambios de la demanda del mercado, y que este cambio non se realizará hasta cuando propietarios e inversores no tendrás acceso a un método relativamente simple que permita identificar cuáles son los edificios con buenas performance medioambientales.”</i></p>
<p>Concepto BEE:</p> <p>Introducen el nuevo concepto BEE (<i>Building Environmental Efficiency</i>) con la intención de que: <i>CASBEE contribuía ampliamente en el desafío de conseguir una sociedad sostenible a través del ciclo de vida de los edificios.</i></p>
<p>Conceptos guía, (Japan Sustainable Building Consortium - JSBC):</p> <ol style="list-style-type: none">1) La herramienta tiene que ser estructurada de manera de premiar altas evaluaciones en los edificios, ofreciendo incentivos a los varios actores de la construcción.2) La herramienta tiene que ser lo más simple posible.3) La herramienta tiene que ser aplicable en los edificios comprendiendo un amplio rango de aplicaciones.4) La herramienta tiene que tomar en cuenta temas y problemas peculiares de Japón y Asia.

Comentario: CASBEE no cumple con todos sus objetivos. El concepto BEE, creado con la intención de conciliar la doble exigencia de confort y sostenibilidad, solo crea mayor

ambigüedad. En relación a los conceptos guía, observamos que los puntos 1, 3 y 4 resultan satisfechos (1. se premian las evaluaciones elevadas; 3. se han creado varios tipos de aplicaciones, posibles gracias al sistema de pesos; 4 se toman en cuenta temas inherentes con la sostenibilidad de especial importancia para Japón, como la durabilidad en caso de terremoto), pero el punto 2 no, porque la herramienta resulta poco homogénea, de difícil comprensión y no didáctica.

GBTOOL

Objetivos declarados de iISBE:

- 1) Avanzar en el Estado del Arte de los métodos de evaluación de la sostenibilidad de los edificios;
- 2) Mantener la mirada sobre la sostenibilidad para asegurarse su relevancia para los edificios “verdes” en general, especialmente para el contenido y la estructura de los métodos de evaluación de las prestaciones medioambientales de los edificios;
- 3) Patrocinar conferencias que promuevan intercambios entre la comunidad de investigación sobre edificios y los profesionales, y mostrar la evaluación ambiental de edificios;
- 4) Desarrollar un marco general aceptado internacionalmente que se pueda usar para comparar los métodos de evaluación del impacto ambiental ya existentes y usados por otros para producir sistemas basados en la realidad industrial local;
- 5) Expandir el alcance del marco de evaluación GBC desde edificios verdes para incluir los temas de sostenibilidad y facilitar comparaciones internacionales entre las prestaciones medioambientales de los edificios.
- 6) Examinar nuevos métodos de evaluación de las prestaciones de los edificios;
- 7) Mostrar ejemplos de buenas prácticas de edificios verdes en el mundo;
- 8) Documentar elementos exitosos de edificios verdes;
- 9) Ofrecer a los países participantes caminos para que los modelos de evaluación desarrollados sean sensibles a la realidad local.

Comentario: GBTOOL es un intento de desarrollar una herramienta que tenga en cuenta las diferentes prioridades, tecnologías, tradiciones constructivas y valores culturales que existen en las varias regiones y países. iISBE, la organización que desarrolla GBTOOL (mira párrafo 2.5.1, 2.5.2), quiere impulsar la construcción sostenible conduciendo la demanda del mercado hacia esta dirección. Afirman que hacer reconocible el nivel de sostenibilidad ambiental de los edificios a través de un proceso de certificación, tendrá como consecuencia que los compradores adquieran más estos edificios por su mayor calidad, así que todo el mercado muy probablemente tendrá que subir el nivel de sus prestaciones ambientales.

ITACA

Las diez reglas fundamentales de la bioconstrucción, Istituto ITACA:

- 1) *Tutela del suelo*
- 2) *Tutela de la identidad histórica de la ciudad*
- 3) *Contribuir al ahorro energético*
- 4) *Construir de manera segura y salubre*
- 5) *investigar y aplicar tecnologías constructivas ambientalmente, social., económicamente sostenibles*
- 6) *Utilizar materiales de calidad certificada y ecocompatibles*
- 7) *Responder a la demanda de habitabilidad digna*
- 8) *Garantizar edificios seguros*
- 9) *Aplicar la domótica*
- 10) *Promover la formación profesional para una arquitectura ambientalmente consciente*

Comentario: A partir de su declaración de intenciones, se puede entender que el objetivo declarado de los autores de la herramienta ITACA es realizar un sistema de control global de la buena arquitectura en Italia. Encontramos que se repiten objetivos propios de la normativa y se incluyen temas que no son estrictamente pertinentes con la sostenibilidad ambiental. Los puntos 2. *Tutela de la identidad histórica de la ciudad*, 4 *Construir de manera segura y salubre*, 7 *Responder a la demanda de habitabilidad digna*, 8 *Garantizar edificios seguros* son temas extremadamente importantes para conseguir edificios de calidad, que pero no tendrían que estar presentes en una herramienta de evaluación de sostenibilidad ambiental, considerando que dan a la evaluación ambigüedad y confusión. Además notamos que, finalmente, en la herramienta no aparecen indicadores sobre: 2) *Tutela de la identidad histórica de la ciudad*, 9) *Aplicar la domótica*, 10) *Promover la formación profesional para una arquitectura ambientalmente consciente*, como estaba previsto en la declaración de objetivos.

LEED

LEED fue creado para llevar a cabo lo siguiente:

- Definir que es un "edificio verde" mediante el establecimiento de una norma común de medición
- Promover prácticas de diseño que integren conceptos de sostenibilidad ambiental
- Reconocer el liderazgo medioambiental que puede tener la industria de la construcción
- Estimular la competencia en la realización de edificios siempre más "verdes"
- Aumentar la concienciación de los consumidores sobre los beneficios de los edificios sostenibles
- Transformar el mercado de la construcción

Comentario: el USGBC (*U.S. Green Building Council*) afirma que LEED ofrece a propietarios y profesionales de la edificación un marco para identificar e implementar, de manera práctica y medible, buenas prácticas en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de edificios

ecológicos (*LEED provides building owners and operators with a framework for identifying and implementing practical and measurable green building design, construction, operations and maintenance solutions*). USGBC sigue afirmando que LEED promueve una visión global de la sostenibilidad identificando la eficiencia ambiental en 5 áreas de salud humana y ambiental: *sustainable site development, water savings, energy efficiency, materials selection, and indoor environmental quality* (mira párrafo 2.7.6). Con en el conocimiento directo de la herramienta se puede observar que queda cumplido el objetivo del USGBC de permitir identificar buenas prácticas de edificación “verde”. LEED no tiene como objetivo ofrecer una evaluación cuantitativa de los impactos; sino pretende establecer un estándar común de evaluación, que es un sistema de puntuación.

Recomendaciones sobre la Claridad del tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos de las herramientas de certificación ambiental de los edificios

- Las herramientas serán más efectivas cuanto más se configurará sobre las exigencias del usuario común, profesional de la construcción. Si resulta necesaria mucha inversión de tiempo en comprenderla, no podrá soportar la mejora del proyecto (ver párrafo 3.4.1.).
- Aparte que en la fase de proyecto ejecutivo, cuando la mayoría de decisiones ya han sido tomadas, podría actuar también en las fases preliminares (anteproyecto, proyecto básico, etc.) ofreciendo orientación y valoración ambiental en las fases que mayores potencialidades de cambio presentan (ver párrafo 3.4.2.).

5.5. Análisis comparativo de la Capacidad de Guía para la mejora de la calidad ambiental del edificio de las cuatro herramientas en su globalidad como sistemas

GS1 ¿El sistema explica cómo la sostenibilidad se puede traducir en acciones concretas? ¿Indica cuales son los gestos, las acciones importantes?

Estas herramientas tienen un gran potencial como ayuda para la mejora del proyecto, porque cada indicador puede aportar información sobre qué acciones correctivas podrían ponerse en marcha para que el edificio sea ambientalmente más eficiente.

CASBEE generalmente no propone acciones correctivas, solo en algún indicador, como excepción. GBTOOL de manera parecida a CASBEE, permite entender cuáles pueden ser las acciones correctivas solo en algunos escasos indicadores, presentes especialmente en la sección *Architectural Systems*.

Estas herramientas se limitan a una valoración, a una fotografía ambiental, del edificio tomada en un momento determinado, sin ofrecer opciones correctivas, haciendo más difícil y oneroso para los agentes del sector mejorar el comportamiento ambiental de sus proyectos, teniendo que recurrir a otra literatura o a profesionales especializados para encontrar mejores soluciones de proyecto.

ITACA ofrece acciones correctivas en la sección “estrategias de referencia” de cada indicador, pero de manera muy sintética. También se puede encontrar una sección bibliográfica con soluciones técnicas.

LEED es una guía adecuada, explica en detalle las consecuencias ambientales sociales y económicas de cada factor implicado con el indicador, ofrece una serie de soluciones técnicas para mejorarlo y ofrece una bibliografía, se pueden encontrar varias estrategias alternativas para mejorar el comportamiento ambiental del edificio aunque no sugiere cuál acción es la más conveniente y dónde invertir los recursos económicos disponibles.

LEED e ITACA, aunque ofrezcan en medida diferente explicaciones sobre acciones correctivas, no ofrecen una clasificación de la ventaja ambiental que estas aportan basadas en los costes económicos necesarios para ponerlas en acto. Primando las opciones correctivas con mejor relación coste/beneficio, la herramienta podría asegurar que la inversión se realiza de la manera ambientalmente más conveniente, explicando cómo se podría invertir cada euro más en el edificio obteniendo a cambio la máxima mejora ambiental.

GS2 ¿En la definición de los rangos, existe la posibilidad de introducir en el tiempo nuevas técnicas, sistemas, materiales disponibles en el mercado? ¿La herramienta puede evaluarlos de manera homogénea a los ya presentes?

En ninguna herramienta existe la posibilidad de introducir nuevas técnicas. Todas las innovaciones se introducen mediante la aparición de una nueva versión. En el mercado existe una continua evolución de técnicas, sistemas, materiales, etc. Nuevos materiales, sistemas y técnicas que pueden mejorar la sostenibilidad de un edificio tendrían que poder ser introducidos periódicamente entre las posibles opciones de una versión de una herramienta, asignándole una puntuación homogénea con los ya incluidos, sin esperar que salga una nueva versión.

GS3 ¿Se ofrecen buenas prácticas como ejemplo de estrategias o acciones de mejora ambiental?

LEED, a través de sus guías, ofrece una buena práctica por cada criterio. ITACA y GBTOOL no dan buenas prácticas. CASBEE da buenas prácticas solo en los tres indicadores del área de interés *Outdoor environment on site*. Las buenas prácticas resultan muy útiles para sugerir cuáles estrategias o acciones de mejora podrían realizarse, o como referencia para establecer las evaluaciones máximas (ver párrafo 3.2.2).

GS4 ¿El sistema es transparente?

La herramienta CASBEE resulta transparente (por transparencia se entiende la posibilidad de seguir la traza de las diferentes evaluaciones que efectúa la herramienta, como se ha especificado en el párrafo 3.5.3.), gracias a la hoja *Score Sheet* (mira párrafo 2.4.7), donde el usuario puede conocer la puntuación y el peso que se asigna a cada indicador, y a cada área de interés.

La situación de ITACA es parecida a la de CASBEE, porque se puede conocer la nota y el peso asignado a cada indicador y a cada área de interés.

En GBTOOL, la transparencia queda muy reducida porque no se da a conocer la evaluación que se asigna a cada dato que se introduce. Se puede conocer cuál es el peso asignado a las varias áreas de interés.

El marco *checklist* de LEED, donde se otorgan puntos a acciones concretas, que está sustentado por estudios que avalan cada una de sus puntuaciones, repercusiones, etc., es muy transparente de manera que un usuario puede saber en cualquier momento de qué manera el resultado de un indicador influye en la nota final y en el impacto global del edificio. Consecuentemente, se puede detectar con facilidad el error para poderlo corregir.

Recomendaciones sobre la capacidad de guiar de las herramientas de certificación ambiental de los edificios

- La herramienta tendrá que ayudar al usuario, cumpliendo la función de guía, dando orientación sobre acciones correctivas que pueden incorporarse en el proyecto para mejorar su calificación (ver párrafo 3.5.2.) Para ello se recomienda que la complejidad se encuentre en los mecanismos para proveer un checklist cómodo y adecuado.
- Sería importante que fuera posible la puesta al día de las técnicas, los sistemas, los materiales, etc., así como su evaluación de forma homogénea con los ya incluidos en la herramienta, sin tener que esperar a que sus realizadores lo hagan y ofrezcan una nueva versión (ver párrafo 3.5.5.)
- Sería importante informar sobre la viabilidad económica de las acciones correctivas (ver párrafos 3.5.4.) y proporcionar las mismas herramientas de referencias sobre una variedad de materiales de construcción y soluciones tecnológicas de bajo impacto disponibles en el mercado, como *links* y páginas webs.

5.6. Comparación entre la definición de sostenibilidad ambiental implícita de los sistemas seleccionados y una visión de la sostenibilidad ambiental basada en el cierre de los ciclos de los recursos.

Desde esta investigación se afirma que el concepto de sostenibilidad ambiental está íntimamente ligado a la condición del cierre del ciclo de los materiales, porque sólo de esta manera se puede garantizar a las generaciones futuras que dispondrán por lo menos de los mismos recursos que existen en la actualidad.

CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?

CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

Con los subcriterios CRS1 y CRS2 (su explicación puede consultarse el apartado 3.6), se quiere investigar en que concepto de sostenibilidad ambiental se apoyan las herramientas CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED y cuanto este concepto se aleja del cierre del ciclo de los recursos materiales, entendido como condición fundamental para la sostenibilidad ambiental de esta investigación.

Para encontrar respuesta al indicador CRS1, se ha realizado un análisis⁸⁶, seguido de comentarios, de cada herramienta donde en unas matrices, se juntan las características que tendrá el edificio si obtiene la máxima puntuación en cada indicador.

Se han reconocido cinco tipos de actuaciones a los cuales pueden pertenecer los indicadores respecto el cierre de los ciclos de los recursos materiales, más una sexta actuación contraria al cierre del ciclo de los recursos materiales que pero se introduce como opción en la matriz para agrupar los indicadores que van en esta dirección:

- a. el aprovechamiento de los recursos en ciclos cerrados
- b. la reducción del impacto en ciclos abiertos por empleo de energías renovables, materiales reciclados o reciclables, materiales no contaminantes, recupero de áreas degradadas, etc.
- c. la reducción de la demanda de recursos en ciclos abiertos por mayor eficiencia de edificio e instalaciones
- d. el aumento de la durabilidad
- e. el aumento de confort, salubridad, amenidad no perjudicales para el cierre de los ciclos de los recursos
- f. un aumento de confort, salubridad, amenidad obtenidos con un aumento del impacto ambiental.

⁸⁶ Para simplificar el análisis, varios indicadores de contenido parecido han sido acoplados.

CASBEE- análisis del modelo de sostenibilidad						
Opciones de eficiencia ambiental						
Requerimiento máximo del indicador:	a. Aprovechamiento de recursos en ciclos cerrados.	b. reducción de la demanda por uso de energías renovables, energías bioclimáticas, materiales de bajo impacto, compensación	c. reducción de la demanda de recursos en ciclos abiertos por ahorro, eficiencia, reducción de la demanda de recursos en ciclo abierto.	d. aumento de la durabilidad	e. aumento de confort, salubridad, amenidad no perjudicales para el cierre del ciclo de los recursos	f. aumento de confort, salubridad, amenidad obtenidos con un aumento del impacto ambiental
Q 1. Indoor environment						
Entra poco ruido del tráfico o de las maquinarias del Aire Acondicionado; entran pocos ruidos molestos gracias a un óptimo aislamiento acústico.					Ambigüedad de evaluación final.	
Setting de la temperatura de Ventilación, calefacción, aire acondicionado es de 22°-24° en invierno y 26° en verano (NOTA: se evalúan negativamente 18° en invierno y 28° en verano)						Temperaturas de invierno demasiado altas.
se limitan los puentes térmicos gracias a un buen aislamiento			Ahorro energético			
el control térmico está separado por zonas			Ahorro Energético			
La humedad se mantiene al rededor de un 45-55%,					Confort compat	
El aire acondicionado puede mitigar la distribución vertical de las temperaturas					Confort compat	
El factor de luz diurna es el 2,5%, se aplican varias estrategias para permitir la entrada de la luz diurna (fibra óptica, conducto de luz...)		Uso energías naturales				
Se aplican medidas anti resplandor (tiendas, voladizos...)					Confort compat	
El nivel de luminancia se sitúa entre 1000 lx y 1500 lx						Es alto
se puede controlar el nivel de luz en cada habitación			Ahorro Energético			
Todos los materiales usados tiene bajas emisiones de VOC y formaldehido					Salubridad compat	
la ventilación es 1,4 veces de lo que requiere la normativa					Confort compat	
La superficie de las aperturas para la entrada del aire exterior es 1/10 de la superficie del suelo.		ventilación natural				
Las entradas de aire exterior están orientadas lejos de fuentes contaminantes		ventilación natural				
existe un sistema de monitoreo de las cantidades de CO2					Confort compat	
se prohíbe el humo de cigarrillos al interno del edificio			menos ventilación			
Q 2. Quality of service						
Q-2.1 <i>service ability functionality and workability</i> : tipología office, será un edificio con al menos 12 m2 de espacio de trabajo per persona; suelo flotante; no barreras arquitectónicas.					Confort	
<i>Amenity</i> : Los techos altos; vistas; previsto un espacio para el descanso de los trabajadores; atento proyecto de la decoración interior				Durabilidad del edificio.	Confort	
Q-2.2 <i>durability-reliability</i> : aplicación de principios antisísmicos; la manutención será				Durabilidad del edificio.		

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

necesaria con ciclos largos. Etc.						
Q-2.3 <i>flexibility & adaptability</i> ; se aplican medidas que facilita la reconversión del edificio: altura de suelo a suelo 3,6 m; Suelos con amplios margen de carga; etc.				Durabilidad del edificio.		
Q 3. Outdoor environment on site						
Se tomarán decisiones de proyecto para la conservación y creación de biotipo		Se limitan impactos.				
Se realizarán decisiones de proyecto para que el nuevo edificio aporte amenidad y esté en armonía con el paisaje existente					Amenidad Compat.	
Se realizarán decisiones de proyecto que faciliten la vida comunitaria, el relax de los vecinos.					Amenidad compat.	
Lr 1. Energy						
la reducción de la perdida térmica será mejorada de un 25% respecto la normativa			Ahorro Energético			
Se adoptaran por lo menos dos o tres estrategias para utilizar energías naturales para la iluminación natural, ventilación, captación del calor geotérmico;		Uso Renovables				
Se adoptaran por lo menos dos o tres estrategias de generación de energía renovable: fotovoltaico, paneles solares...;		Uso Renovables				
Las instalaciones serán un 25% más eficientes respecto los requerimientos estándares: HVAC, ventilación, iluminación, agua caliente, ascensores;			Ahorro Energético			
Se incluirá un sistema de monitoreo de consumos energéticos para cada instalación y <i>devices</i>			Ahorro Energético			
se ofrecerán líneas guía para la operatividad, mantenimiento y preservación del edificio			Ahorro (guía de uso)	Durabilidad (guía)		
Se ponen objetivos para el consumo anual de energías			Ahorro Energético			
Resources and Materials						
Lr 2.1 water resources						
Todas las salidas de agua más importantes tendrán una válvula para limitar el consumo			Ahorro recursos			
Se aprovechará por lo menos un 20% del agua de lluvia	Recurs. ciclos cerrado					
Se aprovechan las aguas grises y negras	Recurs. ciclos cerrado					
Lr 2.2. Materials of low environmental load						
La energía incorporada del edificio tiene que ser un 30% de un edificio enteramente construido con materiales nuevos.	Recurs. ciclos cerrado					
Por lo menos un 50% de la madera utilizada será certificada	Recurs. ciclos cerrado					
Por lo menos 4 categorías de materiales empleados en la construcción del edificio serán libres de sustancias tóxicas (se ofrece una guía);					Salubridad (poco exigente)	
En caso de rehabilitaciones, la estructura existente será completamente reaprovechada	Recurs. ciclos cerrado					
Por lo menos el 80% de la estructura está pensado de manera de ser reaprovechada cuando se acabe la vida útil del edificio.	Recurs. ciclos cerrado					
Las espumas antiincendios serán privas de halón.		Materiales de bajo impacto			Salubridad	
Las eventuales espumas aislantes tendrán un <i>Ozone depletion potential</i> igual a cero o se utilizaran materiales naturales		Materiales de bajo impacto				
Los eventuales materiales refrigerantes utilizados tendrán un <i>Ozone depletion potential</i> igual a cero		Materiales de bajo impacto				

Lr 3. Off-site environment						
Se realizarán muchas decisiones de proyecto para limitar la contaminación atmosférica.		bajo impacto, Compensación				
Se realizarán muchas decisiones de proyecto que limiten la producción de ruidos molestos hacia el exterior					Confort	
Se realizarán muchas decisiones de proyecto que limiten la producción de olores molestos en fase de uso					Confort	
Se realizarán muchas decisiones de proyecto que faciliten la ventilación natural o la entrada de la radiación solar.		Energías naturales				
Se realizarán muchas decisiones de proyecto que limiten la producción de contaminación lumínica nocturna.		Aparatos de bajo impacto				
Se realizarán muchas decisiones de proyecto que limiten la producción de islas de calor.		Energías naturales atmosféricas				

Matriz 5.1. CASBEE

CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?

Aunque CASBEE contenga numerosos indicadores (en las áreas de interés *Energy* y *Resources and Materials*) que tienen como objetivo limitar el impacto ambiental, existen “trampas” a varios niveles que hacen que esta herramienta entre en contradicción con el cierre del ciclo de los recursos materiales:

- A nivel global, se puede criticar que el concepto BEE=*Quality* (Confort) / *Loadings* (Impactos) de la herramienta CASBEE permite que edificios que obtengan valores elevados en *Quality* puedan obtener certificaciones elevadas aunque produzcan altos Impactos. El confort puede aumentar al infinito y no aparecen intentos para moderar las necesidades de los usuarios. Además CASBEE da mucho peso en el cálculo de la nota final a la calidad ambiental interior y a la calidad del servicio en relación al consumo energético y al uso de materiales. Se atribuye el mismo peso de 0,40 sobre 1 a *Indoor Environment* que a *LR1 Energy*, o el mismo peso de 0,30 a *Q2 Quality of Service*, *Q3 Outdoor Environment on Site* que a *LR2 Resources & Materials*, *LR3 Off-site Environment*.

- Los indicadores de las columnas “a, b, c, d” de la Matriz 5.1 tienen como objetivo limitar los impactos del edificio, especialmente en las áreas de interés *Energy*, *Resources and Materials*, adoptando energías renovables, reutilizando, reciclando y en algún caso compensando. De este punto de vista la tendencia es acercarse al cierre del ciclo de los recursos materiales. Pero notamos que las demandas de ahorro ambiental son muy poco exigentes (A modo de ejemplo, CASBEE pide que se utilice por lo menos un 20% del agua de lluvia, LEED requiere el 50%). A nivel de áreas temáticas, no se da suficiente peso a Materiales, Energía o Agua, y excesivo peso al área de interés *Interior Environment*. La aplicación de CASBEE puede aportar mejoras ambientales al edificio pero no de manera suficientemente exigente como para cerrar su ciclo de los recursos materiales. Los indicadores de la columna “e” no están directamente implicados con la sostenibilidad ambiental del edificio así que su presencia puede dar ambigüedad a la evaluación final. Los dos indicadores de la columna “f” de la matriz 5.1 resultan incompatibles con la sostenibilidad ambiental, como el indicador de confort térmico que valora como óptimo si el *setting* de la temperatura es de 22°-24° en invierno y 26° en verano y castiga con una nota negativa las temperaturas 18° en invierno y 28° en verano.

CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

CASBEE no establece un límite máximo a las cantidades de materiales y energía no renovables disponibles, ni en términos relativos, ni en términos absolutos. CASBEE realiza un cálculo de la energía imbuída (GJ - *embodied energy*), y producción de CO2. Pide una estimación de consumo energético y de agua en la fase de uso.

GBTool - análisis del modelo de sostenibilidad						
Opciones de eficiencia ambiental						
Requerimiento máximo del indicador:	a. Aprovechamiento de recursos en ciclos cerrados.	b. reducción de la demanda por uso de energías renovables, energías bioclimáticas, materiales de bajo impacto, compensación	c. reducción de la demanda de recursos en ciclos abiertos por ahorro, eficiencia, reducción de la demanda de recursos en ciclo abierto.	d. aumento de la durabilidad	e. aumento de confort, salubridad, amenidad no perjudicales para el cierre del ciclo de los recursos	f. aumento de confort, salubridad, amenidad obtenidos con un aumento del impacto ambiental
Materials						
M1-M12- la nueva construcción maximiza el reusó de componentes del edificio antiguo (peso en Kg por m2 área) (también en Arch. Systems)	Recursos ciclo cerrado					
M15 M35 – la nueva construcción maximiza el uso de materiales reciclados con origen fuera de la obra;	Recursos ciclo cerrado					
Technical systems and energy consumption						
T1-T28 -Descripción del sistema de ventilación, calefacción y refrigeración, uso de Las energías naturales y de la energía mecánica.			-			
T35-T49 –Descripción del sistema HVAC.			-			
T55-T68-Descripción del sistema eléctrico, de la iluminación artificial, sistema de telecomunicaciones, descripción de medidas para limitar la transmisión de sonidos.			-			
T70-T85 - cálculo del consumo de agua en fase de uso.			Ahorro recursos			
T90-T96 - se maximiza la cantidad de aguas residuales y de lluvia reutilizada.	Recursos ciclo cerrado					
T100-T109 – El edificio será flexible a futuros cambios de uso o para futuras instalaciones de energías renovables		Renovables		Durabilidad		
El edificio tendrá la capacidad de mantener las prestaciones más importantes del edificio en caso de condiciones anormales				Durabilidad	Confort	
Se tomaran precauciones para prevenir problemas sanitarios: Legionela, sistemas de ventilación, entrada del Radón,					Salubridad	

CAPÍTULO 5- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS
SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS

componentes orgánicos volátiles						
Descripción del sistema de ventilación, calefacción y refrigeración, y de la distribución de sus interruptores.			-			
T110-T128 – se pide eficiencia en el consumo energético y de agua en fase de uso por tipo de uso			Ahorro energético			
T130-T137- mínimo uso de energía total (renovable, fósil, eléctrica) utilizada en MJ/m2/año			Ahorro energético			
T140-T145 - calculo aproximativo de la energía incorporada (GJ), y relativa producción de CO2		-	-	-		
Architectural systems						
Descripción de las normativas relativas a las prestaciones medioambientales,		-	-	-		
Se premia el mínimo impacto en el uso del suelo averiguando si había presencia de árboles, acuíferos, etc....			Menor impermeabilización del suelo			
Se premia si la huella del edificio es mínima			Menor impermeabilización del suelo			
Se premia si la huella del área pavimentada es mínima			Menor impermeabilización del suelo			
Se premia si la vegetación del jardín no requiere riego (es el solo uso del agua no repetido en T70-T96),			Ahorro			
Los edificios limítrofes no interfieren en la entrada de la luz natural,		Energía bioclimatic				
La parcela recibe poco ruido desde el exterior.					Confort	
Se premia una buena orientación solar		Energía bioclimatic				
Se premia la presencia de <i>amenities areas, parkings</i> y áreas de juego.					Confort	
AR18-AR30 En caso de rehabilitación, máxima reutilización de los materiales del edificio anterior.	Recurs ciclo cerrado					
Se premia que la energía incorporada sea mínima	Recurs ciclo cerrado					
Se premia si la cantidad de materiales resultantes del derribo llevados a la incineradora es mínima.	Recurs ciclo cerrado					
Se requiere la presencia en el edificio de un área destinada para el reciclaje domestico.	Recurs ciclo cerrado					
AR31-AR34 - se premia si en el edificio entrará radiación solar y luz natural		Energía bioclimatic				
AR35-AR40- se premia si el factor de Luz Diurna es alto		Energía bioclimatic				

Matriz 5.2. GBTOOL

CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?

GBTOOL, premiando con altas evaluaciones el aprovechamiento de los recursos en ciclos cerrados y los impactos mínimos, fomenta el cierre del ciclo de los recursos materiales en la edificación. El grado de conseguimiento de ahorro ambiental dependerá por el nivel de exigencia que las comisiones de expertos atribuyan a los *valores mínimos y máximos*. Los indicadores de la columna “e” de la Matriz 5.2 no están directamente implicados con la

sostenibilidad ambiental del edificio así que su presencia puede dar ambigüedad a la evaluación final.

El edificio que obtenga la nota máxima en cada indicador de GBTOOL:

Requiere en fase de construcción el máximo uso de materiales reciclados y la mínima energía imbuida. Tiene flexibilidad y se queda funcionando también en situaciones anómalas. Premia maximizar el volumen de materiales de derribo no llevados a la incineradora, y la presencia en el edificio de un área para el reciclaje doméstico. Premia el mínimo consumo energético y las estrategias de proyecto que permiten la entrada en los edificios de luz natural y de radiación solar. Premia el aprovechamiento de la máxima cantidad de aguas residuales y de lluvia, el mínimo consumo de agua potable, y premia si el jardín tiene vegetación que no necesita riego. Se premia la mínima impermeabilización del suelo y si la parcela anteriormente no tenía valor ecológico.

Cuanto eso pueda conseguirse, depende por cuanto serán exigentes los valores mínimos y máximos asignados por las comisiones locales de iisBE, a los varios impactos.

CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

GBTOOL no establece un límite máximo a las cantidades de materiales y energía no renovables disponibles, ni en términos relativos, ni en términos absolutos. GBTOOL realiza un cálculo aproximativo de la energía imbuida (GJ), y producción de CO2. Pide una estimación de consumo energético y de agua en la fase de uso.

ITACA - análisis del modelo de sostenibilidad						
Opciones de eficiencia ambiental						
Requerimiento máximo del indicador:	a. Aprovechamiento de recursos en ciclos cerrados.	b. reducción de la demanda por uso de energías renovables, energías bioclimáticas, materiales de bajo impacto, compensación	c. reducción de la demanda de recursos en ciclos abiertos por ahorro, eficiencia, reducción de la demanda de recursos en ciclo abierto.	d. aumento de la durabilidad	e. aumento de confort, salubridad, amenidad no perjudiciales para el cierre del ciclo de los recursos	f. aumento de confort, salubridad, amenidad obtenidos con un aumento del impacto ambiental
1 - Calidad ambiental externa						
1.1.1 Para garantizar confort térmico de los ambientes exteriores, el coeficiente de reflexión medio de las superficies tendrá que ser mayor a 1 (j!)		Energía natural				

CAPÍTULO 5- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS
SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS

1.1.2 Serán presentes soluciones de proyecto avanzadas para el control del flujo de aire en los espacios externos.		Energía natural				
1.1.3 se garantiza un confort visivo-perceptivo (colores, olores, materiales, sonido, disposición de las superficies externas)					Confort	
1.2.1 el nivel sonoro, en ambiente externo tiene que ser de un 75% mejor que el valor límite de la normativa.					Confort	
1.2.2 la concentración de sustancias contaminantes en ambiente externo tiene que ser de un 75% inferior que el valor límite de la normativa.					Contamin. Atmosférico preexistent	
1.2.3.1 Contaminación electromagnética Baja Frecuencia, el campo magnético tiene que ser inferior a 0,2 µT.					Contamin. Electrom preexistent	
1.2.3.2 Contaminación electromagnética Alta Frecuencia. El campo eléctrico debido a antenas para móviles etc. será inferior a 3V/m					Contamin. Electrom preexistent	
1.2.4 Contaminación del suelo. La concentración de sustancias contaminantes será de un 50% inferior a la normativa.					Contamin del suelo preexistent	
1.2.5 Contaminación de las aguas. Impedir que aguas potencialmente contaminadas del sitio fluyan sin tratamiento en los conductos o en el subsuelo.					Contener aguas contamin.	
1.2.6 Contaminación lumínica. El nivel de iluminación de los espacios externos es igual al que está indicado por la normativa			Ahorro energet			
1.3.1 Integración con el ambiente natural. Percepción de las características ambientales del lugar.					Amenidad	
1.3.2 Integración con el ambiente construido. Contexto edificatorio existente y uso de materiales locales.					Amenidad	
1.3.3 Redes de infraestructuras. Presencia de infraestructuras adecuadas a menos de 25 m del futuro edificio.			Ahorro energet transporte			
2 - Consumo de recursos						
2.1.1 Aislamiento térmico. La transmitancia de las paredes tiene que ser inferior a 0,40; del suelo inferior a 0,40, del techo inferior a 0,25; de los vidrios a 1,8.			Ahorro energet			
2.1.2 Sistemas solares pasivos. Las superficies vidriadas que reciben radiación solar, sistemas como invernaderos, muros Trombe, sistemas de ganancia directa.		Energía natural				
2.1.3 Producción de agua caliente sanitaria.		Renovabl.				
2.1.4 Los sistemas fotovoltaicos cubren un 50% de las necesidades de energía eléctrica		Renovabl.				
2.1.5 Energía incorporada (MJ).	Recurs ciclos cerrado.					
2.2.1 Consumo del suelo e impacto en su calidad ecológica. Se rehabilitan edificios existentes, se recuperan áreas degradadas.	Recurs ciclos cerrado.	Compensación				
2.3.1 Consumo neto de agua potable. El consumo de agua potable al año por persona es inferior a 10 mc.			Ahorro recursos			
2.4.1 Reutilización de estructuras existentes. Se rehabilita el 100% de la superficie útil del edificio anterior.	Recurs ciclos cerrado.					
2.4.2 Aprovechamiento de materiales presentes in situ. Un 40% de los materiales de la nueva construcción provienen del edificio anterior.	Recurs ciclos cerrado.					

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

2.4.3. Uso de materiales locales. Entre el 90% y el 100% de los materiales utilizados son de origen local.		Mater bajo impacto				
2.4.4 Uso de materiales de recupero de proveniencia externa al sitio. Más del 60% de los materiales utilizados están recuperados de otros edificios.	Recurs ciclos cerrado.					
2.4.5 Posibilidad de reciclar los materiales. Más del 60% de los materiales utilizados serán reciclables.	Recurs ciclos cerrado.					
2.4.6 <i>Ecolabelling</i> . Una elevada cantidad de materiales tendrán que tener <i>ecolabel</i> .	Recurs ciclos cerrado.					
3 - Cargas ambientales						
3.1.1 Limite a las emisiones de Co2. Las emisiones de Co2, causadas en fase de uso, serán inferiores a 5 kg/mq Año.		Reducción de impacto				
3.1.2 Emisión de gases que contribuyen a la acidificación. Las emisiones de So2 equivalentes/mq año será iguales a cero.		Reducción de impacto				
3.2.1 Gestión de aguas de lluvia. Se recogen cada año por lo menos 0,60 mc de agua de lluvia por cada mq de superficie del edificio.	Recurs ciclos cerrado.					
3.2.2 Aprovechamiento de aguas grises. El edificio está dotado de instalaciones que permiten un recupero del 75% de las aguas grises.	Recurs ciclos cerrado.					
3.2.3 Permeabilidad de las superficies externa. Por lo menos un 70% de la superficie externa es permeable.	Recurs ciclos cerrado.					
3.3.1 Gestión de los residuos sólidos de construcción. El 100% de los residuos de construcción se aprovechan.	Recurs ciclos cerrado.					
3.3.2 Gestión de los residuos sólidos de derribo. El 100% de los residuos de derribo NO se llevan al vertedero	Recurs ciclos cerrado.					
3.4.1 En el edificio existen estrategias para la recogida centralizada de residuos no orgánicos.	Recurs ciclos cerrado.					
3.4.2 En el edificio existen estrategias para la recogida centralizada de residuos orgánicos.	Recurs ciclos cerrado.					
3.5.1 No hay interferencia en el aprovechamiento de la luz natural.		Energía natural				
3.5.2 Se han aplicado adecuadas estrategias para limitar la erosión del suelo.		Protección falda freática				
4 - Calidad ambiente interior						
4.1.1 Iluminación natural. El Factor de Luz Diurna medio (FLDm), es mayor a 4.		Energía natural				
4.1.2 Penetración directa de la radiación solar.		Energía natural				
4.1.3 El factor de Uniformidad de iluminamiento – relación entre FLD mínimo y FLD máximo es igual a 0,7.					Confort	
4.1.4 El nivel de iluminación artificial de las partes comunes es superior a 300 lux.					Confort	
4.2.1 Aislamiento acústico de la fachada. Se han aplicado sistemas experimentales y se ha conseguido un aislamiento acústico elevado de la fachada.					Confort	
4.2.2 Aislamiento acústico de las particiones internas.					Confort	
4.2.3 Se ha conseguido total aislamiento acústico de ruidos provocados por pisoteo y agentes atmosféricos.					Confort	
4.2.4 Se ha conseguido total aislamiento acústico de los ruidos provocados por los sistemas técnicos a través de sistemas experimentales.					Confort	

CAPÍTULO 5- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS HERRAMIENTAS REPRESENTATIVAS
SEGÚN LOS CRITERIOS ELABORADOS

4.3.1 Temperatura del aire en el Periodo de invierno. Instalaciones avanzadas para el control de la temperatura.					Confort	
4.3.2 Se han puesto en acto estrategias que permiten, en el periodo de invierno, el conseguimiento de los límites de temperatura de las superficies internas requeridos.					Confort	
4.3.3 El edificio tiene óptimos niveles de inercia térmica. Coeficiente de desfase de 14 horas y coeficiente de atenuación de 0.12.			Eficiencia			
4.4.1 Se han aplicado estrategias (como paredes estratificadas) para el control de la humedad de las paredes.			Eficiencia		Confort	
4.4.2.1 Fibras minerales. Valores nulos de emisión de sustancias volátiles en la vida útil del edificio en normales condiciones de uso.					Salubridad	
4.4.2.2. Tecnologías y materiales apropiados certificados libres de emisiones de compuestos orgánicos volátiles – VOC					Salubridad	
4.4.2.3 Radón. Presencia de estrategias de proyecto innovadoras para el control de la migración del radón.					Salubridad	
4.4.3.1 Recambios de aire. Sistemas naturales o empleo de sistemas de ventilación que mantienen una ventilación de por lo menos 7,5 L/s por persona.					Salubridad	Podrían justificar derroche energético
4.4.3.2 En los locales sin ventilación natural se consigue un recambio de aire de 6 vol/h.					Salubridad	Podrían justificar derroche energético
4.4.4.1. Campos eléctricos y magnéticos a frecuencia industrial (50 Hz) * El campo magnético es inferior a 0,2 µT, y el campo eléctrico inferior a 5 KVolt/m.					Salubridad	
4.4.4.2. El nivel del campo electromagnético a alta frecuencia (100 kHz - 300 GHz)* es inferior a 3Volt/m.					Salubridad	
5 - Calidad del servicio						
5.1.1 Protección de la envolvente. Soluciones avanzadas que permiten la protección de la envolvente del deterioro precoz.					Durabilid.	
5.1.2 La accesibilidad de la envolvente se puede realizar en condiciones de seguridad.					Durabilid.	
5.1.3 Accesibilidad de los sistemas técnicos para manutención. Centrales, redes de distribución y terminales de las instalaciones técnicas.					Durabilid.	
5.2.1 Monitoreo del consumo de energía y agua. Presencia de sistemas técnicos.			Ahorro recursos			
5.3.1 Áreas comunes de recreo. Existen áreas comunes de recreo y juego con óptimas condiciones de aprovechamiento.					Confort	
5.4.1 Flexibilidad de los espacios interiores.					Durabilid.	
5.4.2 Espacios comunes polifuncionales.					Confort	
6 - Calidad de la gestión						
6.1.1 Disponibilidad de documentación técnica del edificio (dibujos técnicos, manuales de instalaciones, guías para la prevención de riesgos).					Durabilid.	Seguridad
6.2.1 Manual de uso para los usuarios. Disponibilidad del manual de uso y manutención para los usuarios.			Ahorro energetico		Durabilid.	
6.3.1 Programación de la manutención. Definición completa de la programación de la manutención de los elementos y de las instalaciones.					Durabilid.	
6.4.1 Seguridad del edificio. Están presentes sistemas automáticos y de domótica para el funcionamiento seguro del					Seguridad	

edificio.						
7 – Transportes						
7.1.1 Integración con el transporte público.			Ahorro energético			
7.2.1 Medidas para favorecer transporte alternativo.			Ahorro energético			
7.3.1 Proximidad a servicios locales.			Ahorro energético			

Matriz 5.3. ITACA

CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?

Los indicadores de la herramienta ITACA incluidos en las columnas “a, b, c, d” de la Matriz 5.3, que pertenecen a las áreas temáticas 2 - Consumo de recursos; 3 - Cargas ambientales, 5 - Calidad del servicio, 6 - Calidad de la gestión, 7 – Transportes, tienen como objetivo poner límite a las diferentes formas de impacto ambiental, con estrategias como el ahorro, la eficiencia, el aprovechamiento de las energías atmosféricas, reciclaje de recursos, reducción de impacto, uso de renovables. Los valores que es necesario alcanzar para obtener la máxima evaluación (nota 5) son muy altos, de manera que si un edificio hipotético pudiera obtener la máxima puntuación en todos los indicadores, su ciclo de vida se acercaría mucho al cierre de los ciclos de los recursos materiales. Pero existe una contradicción: para que los indicadores de confort, todos incluidos en la columna “e” de la Matriz 5.3, obtengan la máxima puntuación, también tienen que conseguir valores de confort muy altos, sin que se especifique si tales condiciones de confort se consiguen con sistemas pasivos o con energías mecánicas. Niveles de confort muy exigentes pueden llevar a un aumento hacia el infinito del consumo de las energías fósiles necesarias para obtenerlos con medios mecánicos.

Se puede notar que la herramienta ITACA tiene la tendencia de exigir muchas mediciones trabajando sobre el efecto, sin ir al origen del problema. Se pueden encontrar indicadores que requieren mediciones a obra acabada, que por eso no podrán contribuir a su mejora ambiental.

CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

ITACA establece un límite máximo a las cantidades de Co2 (indicador 3.1.1) y SO2 (3.1.2) que se puedan emitir por año. No aparecen intentos para moderar las necesidades de los usuarios. Realiza el cálculo de la Energía incorporada (MJ) contenida en los materiales de construcción (energía empleada a lo largo del ciclo de vida del material).

LEED - análisis del modelo de sostenibilidad						
Opciones de eficiencia ambiental						
Requerimiento máximo del indicador	a. Aprovechamiento de recursos en ciclos cerrados.	b. reducción de la demanda por uso de energías renovables, energías bioclimáticas, materiales de bajo impacto, compensación	c. reducción de la demanda de recursos en ciclos abiertos por ahorro, eficiencia, reducción de la demanda de recursos en ciclo abierto.	d. aumento de la durabilidad	e. aumento de confort, salubridad, amenidad no perjudiciales para el cierre del ciclo de los recursos	f. aumento de confort, salubridad, amenidad obtenidos con un aumento del impacto ambiental
Suelo						
SSp1-Un proyecto de control de sedimentaciones y erosiones tendrá como objetivo evitar que la erosión del suelo en fase de construcción pueda contaminar las aguas			Reducción contamin.			
SS1 - Se intentará limitar el impacto ambiental evitando construir en lugares inadecuados			Menor impacto suelo			
SS2 – se construye en áreas urbanas con infraestructuras ya existentes			Ahorro energético			
SS3 - Se intentara rehabilitar áreas degradadas		Compensación				
SS4 – Se construirá en áreas cercanas a medios públicos, con equipamientos para los ciclistas (se fomenta la instalación de distribuidores de biocarburantes)			Ahorro energético			
SS5 – Se intentará conservar y promover la biodiversidad y reducir la "huella" del edificio.		Compensación				
SS8 - Se evitará la contaminación lumínica.			Menor impacto			
Agua						
se aplicarán estrategias para ayudar la infiltración en el suelo del agua de lluvia	Recursos ciclos cerrado					
Se limitará o eliminar el uso del agua potable para el riego			Ahorro recursos			
se limitará el uso domestico de agua potable (por ejemplo reciclaje de aguas grises, uso de inodoros secos y grifos <i>con reductos de caudal</i>)			Ahorro recursos			
Recursos materiales						
MRp1-Se obliga a predisponer un espacio para el reciclaje de residuos domésticos en la fase de uso	Recursos ciclos cerrado					
MR1- En caso de rehabilitaciones, se fomenta el aprovechamiento del <i>parque</i> edificatorio ya existente (estructuras, ventanas, particiones interiores, suelo, techo)	Recursos ciclos cerrado					
MR2-En la fase de construcción se propone volver a utilizar materiales resultantes del derribo del edificio anterior.	Recursos ciclos cerrado					
MR3-se propone aprovechar materiales de segunda mano (vigas, suelos, puertas, marcos de ventanas, etc....).	Recursos ciclos cerrado					
MR4- se fomenta el uso de materiales reciclados, reduciendo el impacto para conseguir materias primeras.	Recursos ciclos cerrado					

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

MR5 – se fomenta el uso de materiales locales	Recursos ciclos cerrado					
MR6 - se fomenta el uso de materiales rápidamente reciclables	Recursos ciclos cerrado					
MR7 - se fomenta el uso de madera certificada.	Recursos ciclos cerrado					
Consumo energetico						
Se intentará reducir las islas de calor para minimizar el impacto en el microclima.			Ahorro energético		Confort	
Eap1 - Se intentará potenciar la eficiencia de los sistemas técnicos gracias al control de una comisión.			Eficiencia			
Eap2 - Se establece un nivel mínimo de eficiencia energética.			Eficiencia			
EA1 – El diseño del edificio será pensado para maximizar la eficiencia energética. (envolvente y sistemas)			Ahorro energético			
EA2 – Se fomenta la producción de energía renovable <i>in situ</i> .		Renovabl.				
EA3- Se tentará potenciare la eficiencia de los sistemas técnicos gracias al control de una ulterior comisión.			Eficiencia			
EA4 – Se elimina el uso de materiales que dañan la capa de ozono		Materiales de bajo impacto				
EA5 – Se fomenta un plan para la medición y verifica del consumo energético y de agua en la fase di uso.			Eficiencia			
EA6 – Se fomenta contratar “energía verde”.		Renovabl.				
Calidad ambiental interior						
EQp1- Se pide establecer las prestaciones mínimas para la calidad del aire interior. Se pide respetar la normativa para la ventilación. Dan indicaciones para que la ventilación sea más eficiente.					Confort	Puede fomentar un aumento de impacto
EQp2- Se pide que los no fumadores no sean de ninguna manera expuestos al humo de los fumadores.			Ahorro		Confort	
EQ1-monitorear la cantidad de CO2, si excesiva se compensará activando el sistema de ventilación.					Confort	Puede fomentar un aumento de impacto
EQ2-se pide una introducción eficiente de aire fresco, con ventilación natural o mecánica.					Confort	Puede fomentar un aumento de impacto
EQ3-aplicar un plano de gestión para que exista un tiempo de margen entre el final de la etapa de construcción y la de uso del edificio,					Salubridad	
EQ4- se pide de reducir el uso, en la construcción, de sustancias nocivas para el hombre.		Materiales de bajo impacto			Salubridad	
EQ5- se pide de evitar la exposición de los usuarios del edificio a sustancias químicas potencialmente peligrosas.		Materiales de bajo impacto			Salubridad	
EQ6- dar la posibilidad a los usuarios de controlar personalmente el confort interior (ventanas, interruptores de la luz y aire acondicionado).			Eficiencia		Confort	
EQ7- para un ambiente térmicamente confortable, se pide de cumplir con la normativa y de instalar un sistema permanente de control de temperatura y humedad.					Confort (no especifica parám.)	
EQ8- pide de permitir la entrada de luz natural en el edificio y de facilitar las vistas.		Energías atmósfer.			Confort	

Matriz 5.4. LEED

CRS1 ¿Si el edificio que estamos evaluando obtiene la máxima puntuación en cada indicador, quiere decir que en su ciclo de vida se acerca al cierre del ciclo de los recursos materiales?

Los indicadores de LEED están argumentados de manera clara y planteados con unas estrategias dirigidas a limitar la causa del impacto más que simplemente medir los efectos de unas malas decisiones de proyecto. No evalúa impactos que el edificio provoca en suelo, ciclo del agua, materiales y energía fósil pero intenta disminuirlos. Están presentes indicadores de compensación, como la rehabilitación de áreas degradadas.

Las exigencias de confort, son, en la mayoría, compatibles con la sostenibilidad ambiental: se requiere de establecer límites de prestación (que ya pone la normativa); de monitorear temperatura, humedad y ventilación interiores; de dejar al usuario la posibilidad de controlar personalmente los sistemas para obtener el confort.

Tres indicadores de confort (EQp1, EQ1, EQ2) podrían producir impacto si su cumplimiento fuera confiado exclusivamente a medios mecánicos, implicando un suministro mayor de energía.

Pero, se puede observar, que las exigencias a satisfacer para alcanzar todos los créditos a disposición no son suficientemente estrictas como para conseguir el cierre de los ciclos de sus recursos materiales ni obteniendo todos los puntos disponibles. Esta herramienta, como las demás en diferentes medidas, puede contribuir a una mejora del proyecto, pero no suficiente para obtener unos edificios con ciclo de los recursos cerrado. El modelo implícito de edificación sostenible que puede reconocerse llevando al límite el valor de cada uno de sus indicadores en la dirección que establece la puntuación que se otorga - no produce un edificio que genere la habitabilidad cerrando los ciclos materiales implicados en los procesos técnicos establecidos para conseguirlo.

CRS2 ¿Se establecen máximos a las cantidades de materiales y energías no renovables disponibles?

LEED no establece un límite máximo a las cantidades de materiales y energía no renovables disponibles, ni en términos relativos, ni en términos absolutos. No calcula impactos.

Recomendaciones sobre la visión de la sostenibilidad ambiental de las herramientas de certificación ambiental de los edificios

Las necesidades de sostenibilidad ambiental del planeta exigen que la evaluación de la sostenibilidad se realice con la intención de que el edificio cierre el ciclo de los recursos, a través de disminuir el impacto ambiental (3.6.2). Estas herramientas tendrían que guiar hacia decisiones coherentes de sostenibilidad fuerte, donde se limiten los impactos de manera contundente y se dirijan hacia el cierre de los ciclos materiales en la satisfacción de la demanda de habitabilidad. Lo deseable es que el modelo implícito de edificación sostenible que puede reconocerse en cada herramienta –que se obtiene llevando al límite máximo el valor de cada uno de sus indicadores en la dirección que establece la mejor puntuación – se identifique con un edificio que genera habitabilidad con un balance igual a cero del gasto de recursos no renovables y de la producción de impactos implicados en los procesos técnicos establecidos.

5.7. Conclusiones generales sobre las herramientas CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED

Se ha emprendido esta investigación partiendo de la hipótesis de que el sector de la edificación tiene la responsabilidad de dirigirse hacia la sostenibilidad ambiental y, en concreto, a su encaje en una economía baja en carbono y que en ese panorama los profesionales de la construcción (promotores, arquitectos, ingenieros, constructores, productores de materiales) tendrían que responder a dos exigencias:

- articular nuevas estrategias para cubrir las necesidades sociales de cobijo utilizando eficientemente los materiales requeridos
- volver a ser capaz de gestionar esos recursos con el objetivo del cierre de los ciclos de los materiales,

Una de las principales funciones de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios es apoyar los profesionales de la construcción en esta tarea, por su capacidad de proponer la sostenibilidad ambiental como una calidad más de la edificación y definirla en base a sus indicadores; medirla, ayudando expertos y no expertos a identificar de manera clara la calidad ambiental del edificio.

Dos objetivos concretos han vertebrado el análisis realizado sobre CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED, para averiguar su capacidad de cumplir con las funciones anteriormente descritas.

1. Descubrir hacia qué idea de sostenibilidad estas herramientas dirigen la práctica constructiva y su posición respecto al cierre de los ciclos de los recursos materiales, con la finalidad de saber si su uso realmente puede llevar a conseguir la máxima eficiencia ambiental posible del edificio en análisis.

En base al análisis realizado en el apartado 5.6, se puede observar que todas las herramientas incluyen indicadores que piden la transformación de residuos en recursos, o el aprovechamiento de las energías naturales, o que promueven el ahorro en fase de uso y la durabilidad. En definitiva todas persiguen limitar la producción de impactos. Pero, se han encontrado unas tendencias que van en sentido contrario respecto a este objetivo:

- Otorgar puntuaciones muy altas a ahorros ambientales de pequeño alcance;
- Premiar altos niveles de confort sin discernir si están conseguidos con altos gastos energéticos o no.
- Otorgar mayor peso a áreas de interés como confort que a las de materiales, energía o agua.
- El concepto BEE de CASBEE (párrafo 2.4.7) que tiene un mecanismo que puede justificar un gasto energético hacia el infinito para satisfacer altos niveles de confort.

Se puede observar que ninguna de las cuatro herramientas analizadas asegura que el edificio que haya conseguido la máxima puntuación obtenible alcance el cierre de los ciclos de los recursos materiales o, a la inversa, tampoco se asegura que un edificio que cierre los ciclos materiales obtenga la máxima puntuación.

2. Identificar con qué eficiencia las cuatro herramientas en análisis pueden acompañar a los usuarios para realizar una evaluación realista del comportamiento medioambiental del edificio, de hacerlo de manera viable y de contribuir a su mejora.

Estas herramientas serán catalizadores de cambio si responderán a unas determinadas condiciones: su uso tiene que resultar fácil y económicamente accesible, tendrán que aclarar cuáles son los objetivos cuantitativos y cualitativos a cumplir; dar indicaciones sobre cómo conseguir tales objetivos, ayudar a determinar cuáles son las actuaciones correctas para conseguir la sostenibilidad ambiental en sus diferentes grados, ponderar los costes para obtenerlos.

A través del estudio de las cuatro herramientas seleccionadas, se ha identificado dos tendencias complementarias entre ellas:

1. GBTOOL, CASBEE e ITACA, que a través de demandar una serie de datos, evalúan el impacto del edificio a lo largo de su ciclo de vida.
2. LEED, que no realiza una cuantificación de impactos mas quiere actuar en sus causas guiando el proyectista hacia opciones constructivas más adecuadas desde el punto de vista ambiental.

En la tabla a continuación, se han resumido los resultados de los análisis de las cuatro herramientas, según los criterios explicados en el capítulo 3. Los colores Naranja, Verde y Lila se asignan en relación a si las aspiraciones descritas por cada criterios se cumplen completamente, parcialmente o de manera insatisfactoria.

	Modelización	Representatividad	Viabilidad	Claridad	Guía	Cierre de los ciclos
CASBEE	Naranja	Naranja	Verde	Verde	Naranja	Naranja
GBTOOL	Verde	Verde	Naranja	Lila	Naranja	Verde
ITACA	Verde	Verde	Verde	Lila	Verde	Verde
LEED	Lila	Verde	Lila	Verde	Lila	Verde

- Naranja = negativo
- Verde = aceptable
- Lila = positivo

- En el criterio *Modelización* se asigna el color Lila si la herramienta incluye todos los factores más importantes para delinear una visión ambiental adecuada de los edificios, si los indicadores están presentes en la cantidad mínima indispensable, si son todos útiles y suficientes; el color verde si faltan algunos factores importantes para la valoración ambiental y/o se contemplan factores que dan ambigüedad a la valoración; el color Naranja si la herramienta no puede realizar una modelización correcta de la herramienta a causa de la falta de numerosos factores importantes para la valoración ambiental o la presencia masiva de factores que dan ambigüedad a la valoración.

- En el criterio *Representatividad de la valoración* se asigna el color Lila si la capacidad de valoración de la herramienta está correctamente calibrada, si podrá reflejar la realidad ambiental de la herramienta porque tiene un método eficaz para adaptarse a la realidad local del edificio como la ponderación por pesos, si valores máximos y mínimos están bien calibrados; el color Verde si la capacidad de valoración de la herramienta está afectada por la falta de un método de adaptación a las circunstancias locales; el color Naranja si la capacidad

de valoración de la herramienta está afectada por un problema estructural que hará que la valoración que la herramienta atribuye a un edificio difícilmente pueda definir su nivel de sostenibilidad ambiental, como el concepto BEE de CASBEE.

- En el criterio *Viabilidad económica y de uso* se asigna el color Lila si la herramienta es viable de utilizar en términos de tiempo e inversión financiera; el color Verde si por su complejidad o tipo de indicadores su aplicación requiere mucha inversión de tiempo o económica; el color Naranja si su complejidad es tan alta de comprometer su éxito.

- En el criterio *Claridad sobre el tipo de usuario, ámbito de aplicación y objetivos* se asigna el color Lila si la herramienta está justada a su realidad climática, geográfica, etc., al nivel de conocimiento del usuario, y los objetivos declarados de sostenibilidad; el color Verde si la herramienta no cumple con estos tres aspectos; el color Naranja si no cumple de ninguna manera con los tres aspectos anteriores.

- En el criterio *Capacidad de Guiar* se asigna el color Lila si la herramienta, en fase de proyecto, cumple la función de guía para la mejora de la sostenibilidad ambiental del edificio, si sugiere al usuario unas soluciones correctoras que propongan cómo hacer progresar las prestaciones ambientales del edificio, si son éstas económicamente viables y si el proceso de evaluación de la herramienta es transparente, de manera que se pueda identificar cuáles son los puntos débiles del proyecto a corregir; el color Verde si solo algunas de las condiciones anteriores se cumplen; el color Naranja si ninguna de las condiciones anteriores se cumple.

- En el criterio *Cierre de los ciclos de los recursos materiales* se asigna el color Lila si el tipo de edificio hipotético que se diseña cumpliendo con la exigencia máxima de cada indicador lleva a cabo la condición de cierre de los ciclos de los recursos materiales. El color Verde si no cierra el ciclo de los recursos materiales por la presencia de indicadores no directamente implicados con la sostenibilidad ambiental o por la escasa exigencia de los indicadores. El color Naranja si la herramienta tiene un problema estructural que hace que el edificio con máxima puntuación en todos los indicadores nunca pueda cumplir con la condición del cierre de los ciclos de los recursos materiales.

En los párrafos que siguientes pueden consultarse unas conclusiones generales sobre el comportamiento de las herramientas en su globalidad respecto a cada criterio.

5.7.1 CASBEE conclusiones generales

La presencia de varios indicadores no directamente pertinentes con la sostenibilidad ambiental, como confort y seguridad (muy importantes para la construcción, que pero tendrían que estar incluidos en una herramienta paralela) y la ausencia de indicadores sobre el suelo o sobre una serie de impactos (mira Matriz CASBEE apartado 5.1.) dificultan que CASBEE pueda realizar una Modelización completa y suficiente del comportamiento ambiental del edificio.

Las cuestiones anteriores, juntamente a la aplicación del concepto BEE (mira párrafo 1.7.7.) impiden que la evaluación final sea Representativa. Según el concepto BEE la calificación final del edificio se determina en base a un cociente entre la calificación del confort conseguible y la calificación del potencial impacto ambiental. El BEE está definido por los autores de CASBEE como “el valor, la cantidad de productos y servicios por unidad de impacto ambiental, que integra la evaluación de un factor al interno (confort) e uno al externo (impacto) del edificio”. Los aspectos de calidad no directamente ligados a la sostenibilidad no pueden dominar en ningún caso de forma determinante la puntuación final. Si finalmente se considera imprescindible la presencia de las cuestiones ligadas al confort en las herramientas, se tendría que limitar su

influencia, respecto los indicadores de impacto, en la evaluación final. Esto implica una profunda reflexión sobre como reflejarlos adecuadamente sin desvirtuar el resultado final.

Se puede notar además que la distribución de los valores intermedios entre calificaciones mínimas y máximas parece correcta, pero los esfuerzos ambientales exigidos por los indicadores para obtener la máxima calificación no son tan altos como reclaman las exigencias de sostenibilidad.

Otro problema que encontramos en CASBEE es su escasa Viabilidad Económica, a causa de la petición de varios datos no disponibles en el proyecto. La presentación de los indicadores de manera muy diferente entre ellos, conjuntamente a la “parcelación” excesiva de algunos indicadores en varios sub-indicadores y sub-sub-indicadores, dificulta su Viabilidad de Uso.

En relación a la Claridad, se puede notar que usuario, objeto de estudio y objetivos reales de CASBEE coinciden con los declarados, pero se puede objetar que el usuario declarado es un certificador experto, cuando sería más útil que la herramienta fuera realizada a la medida de comunes profesionales de la construcción. El objeto de estudio es el edificio incluyendo sus espacios al aire libre, que puede ser abordado en fase de proyecto básico y/o en fase de proyecto ejecutivo. Los objetivos declarados sobre la estructura de la herramienta, que son premiar las evaluaciones elevadas, crear varios tipos de aplicaciones, tomar en cuenta temas de sostenibilidad de especial importancia para Japón, resultan en su mayoría conseguidos (mira apartado 2.4). No se puede considerar conseguido el objetivo de desarrollar una función didáctica, porque muy pocos indicadores están acompañados por explicaciones exhaustivas.

Su función de Guía está cubierta en pequeña medida, considerando que solamente en contadas ocasiones ofrece información sobre acciones correctivas para mejorar el proyecto, pero la asignación de la evaluación es transparente.

CASBEE ofrece una representación grafica de los resultados de rápida comprensión (en el Assessment Sheet, mira párrafo 2.4.7. figura 4).

En base a lo anterior se puede concluir que el uso de CASBEE puede aportar mejoras respecto las practicas constructivas convencionales pero no suficientemente como para obtener un edificio cuya construcción y uso sean sustentables por la biosfera. A causa del indicador BEE, que es la evaluación final y se obtiene con el cociente entre la calificación respecto al confort y la calificación respecto a los impactos, crea una ambigüedad muy grande sobre el valor del resultado final obtenido por el edificio respecto al cierre de los ciclos de los recursos materiales necesarios para la edificación y uso del edificio.

En CASBEE aparece el indicador de energía imbuida (*embodied energy*), como en GBTOOL e ITACA, que mide en MJ la cantidad de energía necesaria en todo el ciclo de vida de los materiales.

5.7.2 GBTOOL conclusiones generales

Incluyendo la mayoría de los factores importantes para la sostenibilidad ambiental, esta herramienta puede realizar una Modelización bastante completa del comportamiento ambiental de un edificio (excluyendo unos vacíos en relación al recurso suelo - mira apartado 5.1, Subcriterio SM1). Se encuentra necesario depurar la herramienta de los casos de redundancia donde indicadores diferentes repiten la demanda de la misma información y sintetizar los casos donde una gran cantidad de indicadores sirven para demandar un único tema restando agilidad y atractivo al uso de la herramienta. Son problemas que se pueden evitar controlando a fondo el sistema y coordinando los distintos grupos técnicos de trabajo.

GBTOOL realiza valoraciones numéricas de algunos impactos (Mj en fase de uso, energía imbuida, Litros de agua, m² suelo, Emisiones de gases efecto invernadero, Co₂ equivalente, CFC, etc.) que puede producir el edificio a lo largo de su ciclo de vida y los califica, a través de un sistema de atribución de pesos adaptando la calificación a las exigencias ambientales de la realidad local. La atribución de los pesos se realiza mediante la intervención de una comisión de expertos en su calibrado, teniendo en cuenta las peculiaridades de clima, cultura, aspectos sociales, económicos, técnicos, pudiéndose diferenciar por tipología de edificios (administrativos, residenciales permanentes, de alojamiento temporal, educativos, deportivos, centros de enseñanza, etc.).

La evaluación otorgada por GBTOOL queda limitada por la presencia de los numerosos indicadores de confort. En la evaluación final, una única cantidad engloba el resultado de varios conceptos diferentes, que no pueden compararse entre ellos.

La Viabilidad Económica y de Uso de GBTOOL resulta limitada por la excesiva cantidad de indicadores, en algunos casos difíciles de entender. La demanda de las cantidades requeridas en la sección *Materials*, que necesita de mucha elaboración, puede resultar costosa por la dedicación de tiempo que requiere.

GBTOOL demuestra Claridad sobre su idea de Usuario, objeto de estudio y objetivos, que son coherentes con los declarados. El usuario tipo será un certificador y no un común técnico de la construcción (como para CASBEE, se comenta que sería más útil que la herramienta fuera realizada a la medida de profesionales comunes, para que pudiesen disponer, en fase de proyecto, de orientación para mejorar el comportamiento ambiental del futuro edificio).

Los mismos autores definen GBTOOL como una herramienta pensada para investigadores, expertos de sostenibilidad ambiental: en la introducción a su hoja de trabajo *Worksheet Assess*, en formato *Excel*, está escrito que “la evaluación tendrá que ser cumplida por personas que hayan revisado toda la información introducida en las hojas anteriores y que tengan la capacidad, conocimientos necesarios para evaluar varios específicos aspectos del comportamiento del edificio, pero que no estén implicados en su proyecto”.

El objeto de estudio es el edificio incluyendo sus espacios al aire libre, abordado en la fase de proyecto ejecutivo. La herramienta está realizada coherentemente con su objetivo de poderse adaptar con la realidad territorial. Realiza una previsión cuantitativa del gasto energético en fase de construcción y uso traduciéndola en Mj.

El GBTOOL no desarrolla la calidad de guía para apoyar la fase de proyecto. Nunca se sugieren cambios o acciones correctivas, no hay transparencia en la asignación de la evaluación. El contenido del indicador no está explicado, se tiene que recurrir a otras fuentes de información para profundizar.

El conseguimiento del cierre del ciclo de los recursos por edificios que obtengan altas evaluaciones con GBTOOL dependerá por el nivel de exigencia que las comisiones pidan de conseguir en ahorro ambiental para asignar las máximas puntuaciones. Pueden dar ambigüedad a la evaluación unos indicadores que no están directamente implicados con la sostenibilidad ambiental.

En GBTOOL nunca se ofrecen edificios o soluciones de referencia como ejemplos de buenas prácticas, que sirvan para sugerir cuáles estrategias o acciones de mejora podrían realizarse, o como referencia para establecer las evaluaciones máximas

En base a lo anterior se puede concluir que GBTOOL es una herramienta de evaluación completa, que cuantifica una serie de impactos importantes, que tiene en cuenta la mayoría de

factores fundamentales para la evaluación de la sostenibilidad ambiental de un edificio, pero difícil de utilizar y que no aporta informaciones para mejorar el proyecto.

5.7.3 ITACA conclusiones generales

La herramienta ITACA toca de manera completa las temáticas importantes para realizar una Modelación de su comportamiento medioambiental, pero a estas se añade una variedad de temas muy amplia que hace pensar que se haya generado una confusión entre arquitectura sostenible y bioarquitectura, cuyos objetivos son más amplios.

Esta última cuestión influye negativamente también en la Representatividad de ITACA, donde la presencia de las tres áreas temáticas *Calidad ambiental de los espacios externos*, *Calidad del ambiente interno*, *Calidad del servicio*, muy relevantes para un proyecto de arquitectura pero diferentes de la sostenibilidad ambiental, provoca que la evaluación final englobe varios conceptos diferentes, que no pueden compararse entre ellos. Los pesos pueden adaptarse a la realidad territorial, los esfuerzos exigidos para obtener la mínima y la máxima evaluación parecen correctos, así como la distribución de los valores intermedios.

Su Viabilidad Económica y de Uso queda limitada a causa de los varios indicadores (mira apartado 4.3) que requieren datos no fáciles de hallar en los documentos de proyecto y de otros que se tienen que elaborar a través de complicadas formulas matemáticas. La necesidad de datos de difícil conseguimiento, es un peso económico encubierto del uso de la herramienta que puede conllevar la dificultad de su implantación y difusión en el sector.

El usuario de la herramienta resulta ser un profesional que la conozca a fondo. Se encontraría una utilidad mayor de la herramienta si estuviera realizada a la medida de un técnico común. El objeto de estudio es el edificio, incluyendo sus espacios al aire libre, abordado en la fase de proyecto ejecutivo. El objetivo declarado de ITACA es realizar un sistema de control global de la buena arquitectura en Italia.

ITACA cumple parcialmente su función de guía para el proyecto, integrando el enunciado de los indicadores con información que los explica, ofreciendo acciones correctivas aunque de manera sintética. La atribución de la evaluación, pesos y bases de cálculo son transparentes. No presenta buenas prácticas como edificios o soluciones de referencia, que puedan sugerir estrategias o acciones de mejora.

De manera parecida a GBTOOL, los valores de ahorro ambiental a obtener para alcanzar la máxima evaluación son muy altos, de manera que si un edificio obtuviera un 5 como nota final, su ciclo de vida se acercaría mucho al cierre de los ciclos de los recursos materiales. Existe la misma contradicción que GBTOOL y CASBEE: la presencia de indicadores de confort (que exigen valores muy altos sin especificar si se obtienen con sistemas de arquitectura pasiva o con maquinas) puede dar ambigüedad a la evaluación final.

5.7.4 LEED conclusiones generales

La herramienta LEED tiene en cuenta de manera bastante completa los factores más importantes para realizar una Modelización del comportamiento ambiental de los edificios, como puede consultarse en la tabla dedicada a LEED del párrafo 5.1.1. Es importante destacar en cualquier caso que la modelización realizada por LEED se tendrá que considerar orientativa y no matemáticamente cierta por el hecho de carecer de valoraciones numéricas de impactos. No efectuando ninguna contabilización de los impactos ambientales, es difícil establecer

objetivamente que impactos y que mejoras consiguen los edificios. Su estrategia, en lugar de contabilizar, es concienciar actuando sobre la causa del impacto.

Por la misma cuestión, aunque las valoraciones obtenidas con LEED por edificios diferentes serán representativas de su mejor o peor comportamiento ambiental si comparada entre ellas, será complicada la comparación del comportamiento ambiental de los edificios certificados LEED con edificios que hayan obtenido otras certificaciones, o su cumplimiento de normativas de contenido ambiental. No generando valoraciones de impacto expresadas numéricamente, estas no son reconocibles fuera del sistema de certificación LEED.

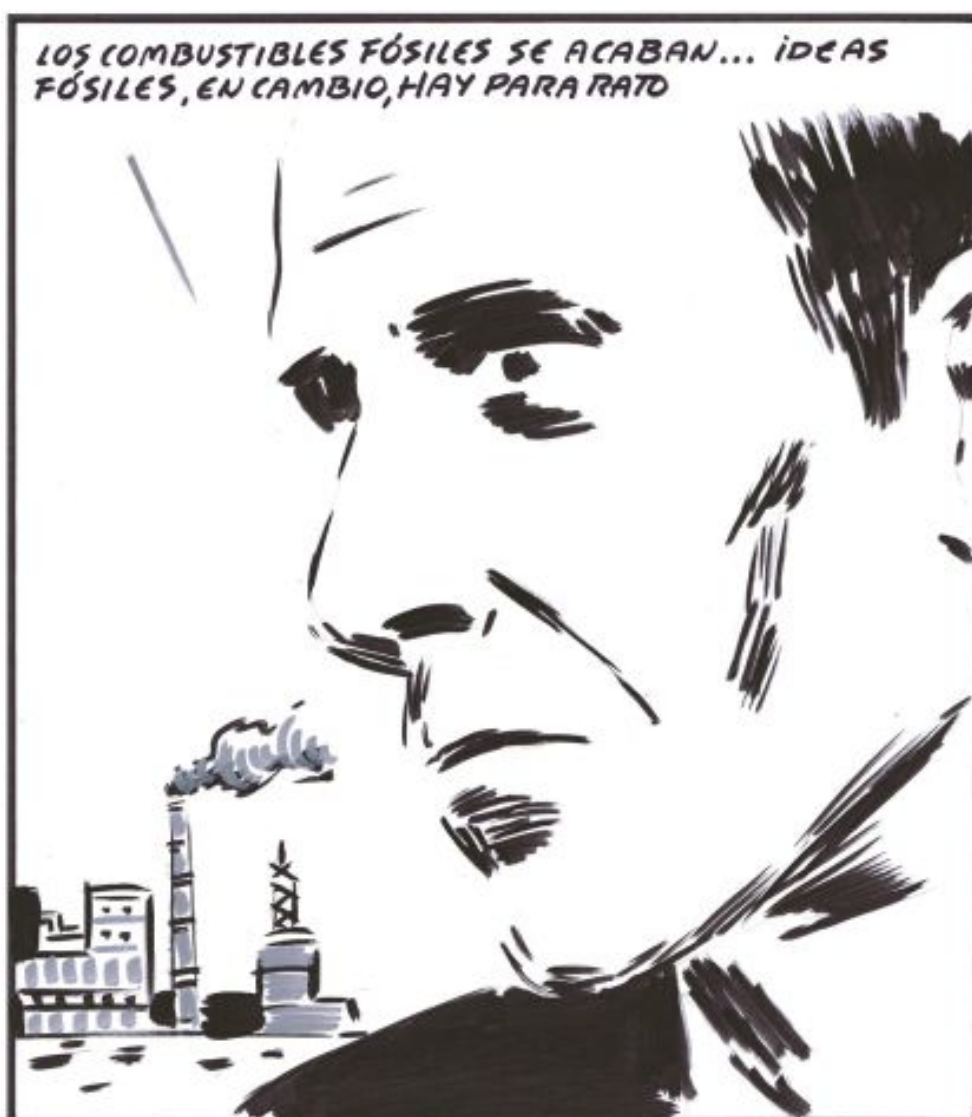
La Viabilidad Económica y de Uso de la herramienta es buena, resultando los temas fácilmente inteligibles para un profesional de la construcción. La elaboración de los resultados normalmente requiere datos que ya se encuentran elaborados y disponibles en la documentación del proyecto, solución que facilita la economía y agilidad de uso de la herramienta.

En relación a la Claridad del usuario, objeto de análisis, objetivos, la herramienta LEED está pensada para ser utilizada por cualquier profesional de la construcción, aunque unos indicadores requieran más esfuerzo para entenderse que otros. El objeto de estudio es el edificio incluyendo sus espacios al aire libre, abordado en la fase de proyecto ejecutivo. La herramienta cumple con sus objetivos declarados de impulsar una transformación del mercado de la edificación hacia prácticas más sostenibles, definir que es un *Green Building*, concienciar sobre sus beneficios.

LEED asume de manera muy satisfactoria la función de Guía. Su estrategia para impulsar la sostenibilidad justamente es la prevención. Cada indicador (en las guías de pago) ofrece opciones correctivas para mejorar el comportamiento ambiental del edificio, ofrece soluciones técnicas para la mejora del proyecto, ofrece una bibliografía técnica y normativa, se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas, el método de evaluación es transparente. Con un indicador que premia si se regeneran áreas degradadas, LEED es la única herramienta que da puntos por acciones de compensación, donde se da la posibilidad de neutralizar los impactos generados con mecanismos establecidos y reconocidos, como el plantado de árboles para absorber emisiones de CO₂.

En relación a qué tipo de sostenibilidad ambiental conduce LEED, se puede observar que en sus indicadores las exigencias a satisfacer para alcanzar todos los créditos a disposición no son suficientemente estrictas como para conseguir el cierre de los ciclos de sus recursos materiales. Se otorgan demasiados puntos al área de interés *Indoor Environmental Quality*.

6 – Conclusiones y recomendaciones



6. Conclusiones y recomendaciones

En las conclusiones se pueden encontrar unas propuestas y conceptos guía a disposición de la mejora y revisión de las herramientas de evaluación ambiental de los edificios.

Propuestas que se apoyan en las observaciones contenidas en los capítulos anteriores: la Teoría sobre Sistemas de Indicadores del Capítulo 2, conjuntamente al trabajo de investigación realizado para la herramienta VERDE, ha sido reelaborada, con la intención de ofrecer un marco teórico general para las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios, dando forma a los Criterios y Subcriterios explicados en el Capítulo 3. A través de estos, en el Capítulo 4 y en el Capítulo 5 se ha realizado un análisis en detalle de las herramientas en estudio.

Gracias a este recorrido se ha podido madurar la opinión explicada en este capítulo, sobre la capacidad de las herramientas de evaluación de conducir el sector de la edificación hacia prácticas de ciclos materiales cerrados.

Especialmente, para cada una de las herramientas analizadas, se ha podido encontrar características convenientes, a reproducir o a evitar, explicadas en los apartados 6.1 y 6.2.

En los apartados 6.3 y 6.4 se puede encontrar un listado de recomendaciones pensado como ayuda en el desarrollo de cualquier nueva herramienta de valoración de la sostenibilidad de los edificios o avance de las existentes, como contribución para que estas puedan cumplir con sus objetivos de acompañar y sostener un cambio de paradigma dentro del sector de la construcción, enfocado hacia valores más sostenibles para el planeta.

6.1. Características de CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED, no recomendables para el desarrollo de nuevas herramientas

Para cada una de las herramientas analizadas, se ha identificado unas características a evitar en futuros desarrollos de herramientas análogas, explicadas a continuación. Se escriben unos enunciados, en correspondencia de los cuales se realizan unos comentarios.

6.1.1 Los edificios que obtienen la máxima evaluación no cierran el ciclo de los materiales.

Las herramientas no suponen hoy un instrumento que permita reconocer una edificación que cumpla con el requisito de sostenibilidad. En el mejor de los casos apenas son instrumentos que permiten reconocer mejoras restringidas en los aspectos clave y determinantes de la sostenibilidad en edificación,

Un edificio que obtenga la máxima puntuación LEED, como se ha visto en el apartado 5.6, no cumple con el cierre del ciclo de los recursos materiales. Esta herramienta, como las demás en diferentes medidas, puede contribuir a una mejora del proyecto, pero no suficiente para obtener unos edificios con balance ambiental igual a cero.

Estas herramientas tendrían que guiar hacia decisiones coherentes de sostenibilidad fuerte, donde se limitan los impactos de manera contundente y se dirigen al cierre de los ciclos materiales en la satisfacción de la demanda de habitabilidad. El modelo implícito de edificación sostenible que puede reconocerse en cada herramienta –y que se produciría al llevar al límite el valor de cada uno de sus indicadores en la dirección que establece la puntuación que se otorga - puede no producir un edificio que genere la habitabilidad cerrando los ciclos materiales implicados en los procesos técnicos establecidos para conseguirlo.

Un ejemplo de herramienta con un modelo que no se sustenta en un referente de sostenibilidad fuerte es CASBEE. El concepto base del CASBEE es el BEE = Q/L (*Building Environmental Efficiency = Building Environmental Quality & Performance / Reduction of Building Environmental Loading*), donde el cociente entre calidad e impacto define la eficiencia ambiental del edificio. Este concepto puede justificar la mayor producción de impactos ambientales a cambio de mayor confort. Si crece la calidad o confort, el indicador BEE crece, aunque el impacto también crezca (ver párrafo 2.4.7.).

6.1.2 Presencia de temas ajenos a la sostenibilidad que hacen que la calificación final sea ambigua

En todos los sistemas analizados, en mayor o menor medida se incluyen indicadores sobre factores no estrictamente implicados con la sostenibilidad como son el confort ambiental, confort acústico, los aspectos sociales y económicos (mira capítulo 4, subcriterio M1). Existe confusión en las herramientas entre los fines de la edificación y su sostenibilidad, entre la definición de habitabilidad y los recursos e impactos ambientales implicados en obtenerla.

Las condiciones de habitabilidad son fundamentales en un proyecto de arquitectura, pero su evaluación dentro de estas herramientas puede distorsionar el significado de la calificación final, ya que, mezclando conceptos diferentes, esta se convierte en un híbrido no realmente representativo de la eficiencia ambiental del edificio.

El confort ambiental y la salubridad, por ejemplo, sin duda alguna son unas de las principales prioridades de la habitabilidad, o sea de la utilidad que provee la edificación. En el mercado es esa utilidad a determinar las necesidades técnicas a satisfacer. Pero el nivel de confort ambiental, salubridad, seguridad deben estar determinados de una forma previa a la valoración de la performance ambiental del edificio. Luego la herramienta valorará si estas exigencias han sido satisfechas con el mínimo impacto para el medioambiente o no. Valorará lo cercano que está el edificio al cierre de ciclos materiales en conseguir la habitabilidad demandada.

Los aspectos de calidad a obtener deben estar tutelados por una normativa que garantice las condiciones socialmente necesarias de habitabilidad (como en España el Código Técnico de la Edificación, o los documentos que fijan requisitos de salubridad, de calidad del aire interior, de iluminación natural, etc.), y deberían ser tratados en módulos aparte, de manera separada y como pre-requisito a la evaluación ambiental.

Lo mismo sucede con los aspectos sociales o económicos que contemplan las herramientas, que deben ser enunciados previamente a la evaluación sostenibilista. Se quiere especificar que existen aspectos económicos involucrados en la edificación relacionados con la sostenibilidad: unos a través del coste de las decisiones técnicas que mejoren o no la performance ambiental del edificio, que influirán de forma decisiva en el abanico de opciones que se consideren en un determinado proyecto para obtener una calificación mejor; otros, en la consideración del coste total, a lo largo del ciclo de vida global del edificio, frente al mero coste de construcción, incluyendo los impactos globales que genere. Pero la viabilidad económica de la promoción es un aspecto independiente de su evaluación ambiental, que en ningún caso debe considerarse como factor en la evaluación de su sostenibilidad. Lo que se recomienda es que en estas consideraciones los promotores y técnicos implicados en la construcción de los edificios no se limiten a considerar los costes económicos de origen financiera, más según el enfoque de la economía ecológica que es la conservación del capital natural.

Si finalmente se considerara imprescindible la presencia de estas cuestiones en las herramientas, se tendría que limitar su influencia, respecto los indicadores de impacto, en la evaluación final. Esto implicaría una profunda reflexión sobre como reflejarlos adecuadamente sin desvirtuar el resultado final.

Resumiendo, los aspectos de calidad no directamente ligados a la sostenibilidad no pueden dominar en ningún caso de forma determinante la puntuación final.

6.1.3 No diferenciar tipologías, uso, y realidad geográfica

Es indispensable para la efectividad de las herramientas, que estén adaptadas a los distintos tipos de uso y situaciones tipológicas y geográficas. Cuanto más reducido es el ámbito de aplicación de la herramienta (territorial, climático, tipológico, etc.), más útil y realista resulta el análisis (ver párrafo 3.2.4.). Por ejemplo en el caso de España, no es lo mismo evaluar un edificio residencial construido en Galicia que uno construido en Andalucía, no exigirán la misma energía gris o demanda energética un edificio residencial que un edificio de oficinas, aunque tengan la misma volumetría. Así, los valores que obtendrán una evaluación alta (como ahorro de CO₂ o MJ), tendrán que ser ajustados a las diferentes realidades tipológicas y territoriales. Con la herramienta LEED se dispone de varias versiones adaptadas a varias tipologías pero no a diferentes situaciones geográficas, ya que la evaluación que realiza no se puede modificar en función de las condiciones locales (se tiene la misma valoración en un edificio de oficinas que esté construido en el estado de California o en Nevada).

6.1.4 Herramientas que no guían

Estas herramientas tienen un gran potencial como ayuda para la mejora del proyecto (ver criterio Capacidad de Guiar, apartado 3.5), porque cada indicador puede aportar información sobre qué acciones correctivas podrían ponerse en marcha para que el edificio sea ambientalmente más eficiente. Esta misión sólo está cumplida por LEED y, parcialmente, por ITACA.

GBTOOL está pensado para recoger datos y asignar un voto, puede calcular los impactos de manera bastante completa pero no asumir la función de guía, además no se dan a conocer las bases de cálculo con las que realiza las valoraciones. En cambio, en ITACA existe el apartado *Estrategia de Referencia* que sugiere acciones correctivas aplicables, aunque no siempre resulten suficientemente argumentadas. En LEED las implicaciones ambientales, sociales y económicas de un determinado factor están bien explicadas y pueden encontrarse varias estrategias alternativas para mejorar el comportamiento ambiental del edificio.

Si una herramienta se limita a una valoración, a una fotografía ambiental del edificio tomada en un momento determinado, sin ofrecer opciones correctivas, será mucho más difícil y oneroso para los agentes que la utilizan mejorar el comportamiento ambiental de sus proyectos y, consecuentemente, las probabilidades de éxito bajarán. El usuario, aplicando herramientas sin función de guía, aprende poco y en el siguiente proyecto puede reproducir los mismos errores, además si se tiene que recurrir a otra literatura o a profesionales especializados para encontrar mejores soluciones de proyecto, se está despreciando un potencial clave.

Esta exigencia implica un aumento de complejidad, la herramienta debería no sólo ser valorativa, sino también indicadora de mejoras, tendría que desdoblarse en dos instrumentos entrelazados: uno de evaluación de la sostenibilidad y uno de guía en la toma de decisiones de promoción y proyecto. La guía debería permitir valorar con facilidad desde el punto de vista de la sostenibilidad fuerte las decisiones a tomar para conseguir una evaluación determinada, por lo que sería importante tener a disposición un feed-back continuo entre evaluación y orientación. Como a menudo la evaluación se realiza sobre rangos de decisiones muy elaborados, de la fase final de proyecto, existen dos opciones para enfocar el tema. La primera opción, es segregarse una guía de diseño basada en la reelaboración de los criterios de valoración, que es el caso de la reciente herramienta Hades dependiente de VERDE. La segunda opción es incluir la puntuación en las decisiones de la guía de diseño, considerando directamente la repercusión de esas decisiones, que es el caso de LEED y de otros checklist. En el primer caso, la complejidad deriva de la necesidad de disponer y gestionar dos herramientas de forma muy coordinada, en el segundo caso el problema es evaluar sobre decisiones de promoción y diseño perdiendo así calidad en la evaluación del edificio.

6.1.5 Coste y complejidad excesivos para el uso de la herramienta

Además de los costes de certificación, el conseguimiento de los datos que reclama para la evaluación, también puede suponer una inversión económica importante a sostener. Y ello puede conllevar la dificultad de la implantación y la difusión de la herramienta en el sector. Se aconseja que, en la mayor medida posible, los indicadores pidan datos que ya se encuentran elaborados y disponibles en la documentación del proyecto (ver criterio Viabilidad Económica y de Uso, apartado 3.3).

El equilibrio entre precisión en la evaluación y coste de obtención de datos y de certificación es determinante ya no sólo de su éxito en el sector sino de su viabilidad económica. En ese sentido, un marco normativo que determine la progresiva determinación de datos ambientales y de impactos de los edificios es determinante para la factibilidad de las herramientas.

6.1.6 No se correlacionan ventajas ambientales y costes económicos en las decisiones

Las herramientas en estudio no ofrecen una clasificación de la ventaja ambiental de las acciones correctivas relacionada con sus costes económicos (ver párrafo 3.5.4.). El usuario tiene que poder conocer el coste ligado a las acciones correctivas para poder ofrecer el mejor proyecto posible entre las posibilidades económicas existentes. La herramienta debería ayudar a determinar cómo se podría invertir cada euro más en el edificio obteniendo a cambio la máxima mejora ambiental. Primando las opciones correctivas con mejor relación coste/beneficio, podría asegurarse de que la inversión se realiza de la manera ambientalmente más conveniente. Además, la herramienta tiene que permitirse observar, a un coste razonable, como tales decisiones influyen en el resultado final.

6.1.7 Redundancia de temas

Hay que evitar que varios indicadores demanden la misma información, causando una mayor carga de trabajo, restando agilidad y atractivo al uso de la herramienta. Son problemas que se pueden evitar controlando a fondo el sistema y coordinando los distintos grupos técnicos de trabajo. Esto puede averiguarse, por ejemplo, en GBTOOL (los indicadores AR21-AR26, de la sección *Architectural Systems* y otros de la sección *Materials* piden los mismos datos sobre reciclaje de recursos) y en CASBEE. Cuando la herramienta está elaborada por diferentes grupos de trabajo, es necesario que estos tengan mucha coordinación entre ellos, estableciendo orientaciones comunes en la redacción y planteamiento de los indicadores.

6.1.8 Falta de información sobre buenas prácticas

En GBTOOL e ITACA nunca se ofrecen edificios o soluciones de referencia como ejemplos de buenas prácticas, que sirvan para sugerir cuáles estrategias o acciones de mejora podrían realizarse, o como referencia para establecer las evaluaciones máximas (ver párrafo 3.2.2).

6.1.9 Falta de indicadores o prerequisites filtro

Se considera necesario especificar que nunca se tendría que entregar una certificación de sostenibilidad ambiental a un edificio que no cumple con unos requisitos básicos de sostenibilidad económica y social. Tendrían que aparecer unos prerequisites imprescindibles que actúen como filtro al principio de cualquier proceso de evaluación y bloquearlo en edificios con usos o intervenciones contrarias a la dignidad humana (como, por ejemplo, los destinados a la producción de armas o en los que intervenga el trabajo infantil y/o esclavo, etc.). Ninguna de las herramientas en análisis incluye prerequisites filtro.

6.1.10 Falta de indicadores de compensación

Las herramientas en examen no contemplan la posibilidad de compensar o neutralizar los impactos generados cuando ya existen mecanismos establecidos y reconocidos para poder hacerlo (por ejemplo plantando árboles para absorber emisiones de CO₂, captando y empleando energía renovable in situ, regenerando áreas degradadas, etc.).

6.1.11 Herramientas con una presentación grafica poco comprensible

Estas herramientas tendrían que tener una presentación grafica realizada del punto de vista de los usuarios, que les resulte de simple aplicación (ver apartado 3.3). Las herramientas GBTOOL, CASBEE necesitan más elaboración, mejores explicaciones, recurrir más a imágenes para permitir un fácil uso al usuario y es necesario un estudio atento para poderlos utilizar. Adoptar un formato estándar para todos los indicadores, que contenga temáticas preestablecidas, facilitaría el acto de orientarse al interno de una herramienta, como en diferente medida LEED e ITACA.

6.1.12 Falta de la posibilidad de introducir escenarios nuevos

En el mercado existe una continua evolución de técnicas, sistemas, materiales, etc. Nuevos materiales, sistemas y técnicas que pueden mejorar la sostenibilidad de un edificio tendrían que poder ser introducidos periódicamente entre las posibles opciones de una versión de una herramienta, asignándole una puntuación homogénea con los ya incluidos, sin esperar que salga una nueva versión.

6.2. Características de CASBEE, GBTOOL, ITACA, LEED recomendables para el desarrollo de nuevas herramientas

Para cada una de las herramientas analizadas, se pueden encontrar características que desde esta investigación se consideran convenientes a reproducir en herramientas en desarrollo, por poder facilitar su capacidad de acompañar el sector de la edificación hacia prácticas más sostenibles.

6.2.1 Realizan un cálculo cuantitativo de impactos

Para conocer objetivamente cual es el comportamiento ambiental del edificio, y saber cuánto ahorro ambiental se consigue con la aplicación de una acción correctiva, es necesario basarse en unos valores objetivos, como el cálculo de impactos.

El indicador de energía incorporada (*embodied energy*) que aparece en CASBEE, GBTOOL e ITACA, mide en MJ la cantidad de energía necesaria en todo el ciclo de vida de los materiales. ITACA y GBTOOL realizan una estimación de producción de CO₂. Todos piden una estimación de consumo energético y de agua en la fase de uso. Sería muy útil diferenciar entre impactos provocados en fase de construcción y en fase de uso para limitar su producción, así como se considera necesario establecer un límite máximo a las cantidades de materiales y energía no renovables disponibles.

6.2.2 Diferencian tipologías, uso, y realidad geográfica

Es indispensable para la efectividad de las herramientas, que estén adaptadas a los distintos tipos de uso y situaciones tipológicas y geográficas. Cuanto más reducido es el ámbito de aplicación de la herramienta (territorial, climático, tipológico, etc.), más útil y realista resulta el análisis (ver párrafo 3.2.4.). Por ejemplo en el caso de España, no es lo mismo evaluar un edificio residencial construido en Galicia que uno construido en Andalucía, donde las características climáticas y de disponibilidad de agua son tan diferentes, o, por las mismas razones, en el caso de Catalunya evaluar un edificio en Tarragona o en Lleida. Los valores climáticos más exactos que se tienen a disposición son los que están elaborados para los territorios municipales, como los climáticos o de pluviometría, así que puede ser interesante reflejarlos en las herramientas. Las diferentes tipologías en fase de construcción y uso pueden implicar más o menos energía incorporada en sus materiales o energía gastada para su utilización. No es lo mismo un edificio residencial que un edificio de oficinas, aunque tengan la misma volumetría. Así, ajustados a las diferentes realidades tendrán que ser los valores a los cuales aspirar para obtener una evaluación alta (como ahorro de CO₂ o MJ).

En los análisis realizados en los capítulos 4 y 5 se ha observado que GBTOOL, a través de un sistema de atribución de pesos relativos de sus indicadores, puede ser adecuado a la realidad local mediante la intervención de una comisión de expertos en su calibrado, teniendo en cuenta las peculiaridades de clima, cultura, aspectos sociales, económicos, técnicos, diferenciándose por tipología de edificios (administrativos, residenciales permanentes, de alojamiento temporal, educativos, deportivos, centros de enseñanza, etc.). Hay disponibles diferentes versiones de CASBEE adaptadas a las varias tipologías de uso y a las varias situaciones geográficas. Para cada indicador está señalado si es aplicable a cada tipología edificatoria.

6.2.3 Usan la información de la documentación del proyecto

Para que un sistema de evaluación de la sostenibilidad de los edificios sea viable, los valores de los indicadores tendrán que poderse determinar a un coste razonable. El coste para obtener los valores de los indicadores se generan principalmente por el grado de accesibilidad a los datos necesarios para calcularlo, que depende por su relación con los documentos de proyecto. La situación ideal que permite la máxima economía para conseguir los datos es cuando estos pueden encontrarse ya organizados en la documentación de proyecto, siguiendo la lógica del propio documento, resultando fácilmente disponibles (ver párrafo 3.3.2.).

Es el caso de factores relacionados con los materiales de construcción, que aparecen ya resumidos en los documentos de proyecto con una organización bastante estándar y normalmente informatizada, y de documentos organizados para justificar el cumplimiento de determinadas normativas, que ordenan datos desperdiciados y cálculos complejos cuyo conseguimiento en caso contrario sería mucho más caro.

En LEED, casi siempre, la información que se requiere para el cálculo de los indicadores es fácil de hallar directamente en el proyecto, y la mayoría de las veces los datos no necesitan una elaboración ulterior (ver apartado 4.4, subcriterio V1).

6.2.4 Actuación en fase de proyecto:

Se puede evaluar en fase de proyecto o en fase de edificio construido (mira párrafo 3.4.2.). Todas las herramientas en análisis actúan en fase de proyecto, pero con la diferencia fundamental de que GBTOOL, CASBEE e ITACA actúan en el proyecto ejecutivo avanzado, cuando es muy difícil introducir modificaciones, y LEED en fase de diseño, cuando se determinan las calidades del edificio y todavía se pueden aplicar las oportunas acciones correctivas. Valorar en fase de proyecto ayuda con facilidad a mejorar la eficiencia ambiental de los edificios. Cuando se evalúa un edificio construido se está analizando un objeto inmutable, donde solo se pueden aportar mejoras en los hábitos de uso.

6.2.5 Facilidad de uso de la herramienta

Los indicadores tendrían que ser inmediatamente, intuitivamente comprensibles, realistas, convincentes (D. Meadows).

Las herramientas deben ser de fácil aplicación, contando con una entrada de información y visualización de resultados realizada considerando el punto de vista de los usuarios, ya que son ellos quienes finalmente pueden cambiar el rumbo de la edificación hacia la sostenibilidad (ver párrafo 3.3.4, subcriterio V3). Cuanto más complejo será el proceso de búsqueda de los datos, menos seguros serán los resultados, más difícil la trazabilidad y más necesaria la presencia de expertos para utilizar la herramienta (y menos difusión y menos influencia). Largas bases de datos en el ordenador pueden ser caras de mantener y más útiles para la investigación académica que para ayudar el usuario común a emprender acciones correctivas.

6.2.6 Herramientas que actúan como guía para la mejora ambiental del proyecto

El uso de estas herramientas no puede limitarse a la valoración de la calidad ambiental, debe ofrecerse a los técnicos una información clara que pueda incidir en sus decisiones. Transmitir

información sobre acciones correctivas, la transparencia del proceso de evaluación (ver apartado 3.5) es un proceso básico, no complementario: no solo se quiere valorar la calidad ambiental mas comunicarla para influir en el sector y mejorar su sostenibilidad.

Todos los indicadores de LEED (ver apartado 4.4.), de ITACA aunque de manera sintética (ver apartado 4.3.), y algunos de CASBEE (por ejemplo los indicadores de las secciones *Outdoor environment on site* e *Indoor environment* están bien estructurados, ofrecen mucha información y buenas prácticas. Ver apartado 4.1.) proporcionan información técnica sobre cómo resolver de manera más sostenible cada aspecto en el diseño.

6.2.7 Complementariedad entre la evaluación de impactos cuantitativa y del *checklist*

Las dos herramientas, GBTOOL y LEED, pueden complementarse: la primera es una buena herramienta de evaluación cuantitativa de impactos, mientras que la segunda es una buena guía sobre cómo mejorar los proyectos. La primera es elocuente respecto de los efectos del problema ambiental causado mientras que la segunda lo es respecto de sus causas. Juntas pueden responder notablemente a la doble exigencia de sugerir los avances y evaluar si se cumplen y en qué medida el impacto se ve reducido.

6.2.8 Transparencia y transmisibilidad del marco *checklist*

Los marcos *checklist*, como LEED (mira apartado 2.7) donde se otorgan puntos a acciones concretas -y que deben estar sustentados por estudios profundos que avalen cada una de sus puntuaciones, repercusiones, etc.- son muy transparentes (por transparencia se entiende la posibilidad de seguir la traza de las diferentes evaluaciones que efectúa la herramienta, como se ha especificado en el párrafo 3.5.3.).

Deben estar respaldados por instrumentos tan complejos como cualquier otra herramienta solvente, aunque tal complejidad no va a pesar en la aplicación de la herramienta, que se basa en las alternativas que los agentes disponen para mejorar sus proyectos.

Establecen rangos de valoración sobre estas alternativas, ofreciendo una herramienta solvente pero mucho más manejable que otras y por esto más económica en su uso. En definitiva, se trata de una versión compleja y detallada, expresada a través de un modelo de evaluación basado en un lenguaje fácilmente reconocible y transparente para que los usuarios la usen y ensayen opciones de mejora.

6.2.9 Uso de la misma estructura para todos los indicadores

Si se utiliza el mismo planteamiento para todos los indicadores, como LEED e ITACA, se facilita el uso de la herramienta. Se puede establecer de antemano la información estándar que tiene que aparecer en cada indicador, de manera que la herramienta resulte más manejable.

6.2.10 Representación gráfica clara

La representación gráfica de las herramientas es importante para que la comprensión de indicadores y resultados sea más rápida y ágil. CASBEE ofrece una representación gráfica de los resultados de rápida comprensión (en el *Assessment Sheet*, mira párrafo 2.4.7. figura 4).

6.2.11 Promoción del uso de estas herramientas

Se alaba el esfuerzo de algunas entidades, como el iiSBE (*International Initiative for a Sustainable Built Environment*) y WGBC (*World Green Building Council*) por fomentar el uso de estas herramientas. Gracias a ellas unos 20-30 países de los cinco continentes están elaborando un propio sistema. Remarcamos su trabajo para la promoción de importantes congresos sobre sostenibilidad como los SB *Conferences*.

6.3. Recomendaciones para nuevas herramientas.

Se proponen a continuación unas recomendaciones para la realización de nuevas herramientas o innovaciones, recopiladas gracias al trabajo de investigación y análisis de los capítulos anteriores sumado a la experiencia adquirida por la aplicación de estos en la elaboración del *Sello Playa de Palma* - herramienta de evaluación de la sostenibilidad ambiental de la edificación a escala municipal dentro del Programa de Rehabilitación Sostenible de edificación en Playa de Palma (Palma de Mallorca).

- La evaluación de la sostenibilidad se tiene que realizar con la intención de que el edificio cierre el ciclo de los recursos, a través de disminuir el impacto ambiental (3.6.2). Estas herramientas tendrían que guiar hacia decisiones coherentes de sostenibilidad fuerte, donde se limiten los impactos de manera contundente y se dirijan al cierre de los ciclos materiales en la satisfacción de la demanda de habitabilidad. Lo deseable es que el modelo implícito de edificación sostenible que puede reconocerse en cada herramienta –que se obtiene llevando al límite máximo el valor de cada uno de sus indicadores en la dirección que establece la puntuación que se otorga – se identifique con un edificio que produzca habitabilidad generando un balance de gasto de recursos no renovables y producción de impactos igual a cero.

- las herramientas tendrán que ser completas, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del edificio, incluyendo indicadores sobre agua, energía, materiales, suelo, biodiversidad, en las fases de extracción y fabricación de materiales, transporte, construcción, uso y mantenimiento y, finalmente, derribo (ver párrafo 3.1.3.).

- En la asignación de los pesos y de los valores mínimos y máximos, se deberán tener en cuenta las circunstancias peculiares del área geográfica a evaluar. El entorno tendrá que ser homogéneo respecto a clima, aspectos culturales, aspectos sociales, aspectos económicos, aspectos técnicos de la construcción. Más limitado será el área geográfico de influencia y más ajustada a la realidad será la evaluación. Concretamente el referente geográfico podría ser el territorio municipal, donde se podrían desarrollar los referentes en el planeamiento urbano o comarcal (ver 3.2.4.) La regionalización de las herramientas –en geografía, condiciones técnicas, tipológicas, etc.- es clave para la fiabilidad y eficacia de las herramientas.

- En el cálculo de los impactos se tendría que diferenciar entre el porcentaje provocado en fase de construcción y el porcentaje previsto para la fase de uso (ver párrafo 3.2.5.). Los primeros están provocados por la extracción de materias primas, su transformación, transporte y puesta en obra; los segundos por los flujos de recursos requeridos para obtener habitabilidad y para desarrollar actividades dentro del edificio (flujos, es importante acordar, que dependen mucho por los usuarios). Los primeros son más fáciles de prever, por ejemplo basándose en el cómputo métrico, y pueden ser reducidos escogiendo otros materiales y/o sistemas constructivos. Los segundos pueden preverse basándose en simulaciones, pero en la realidad, mucho dependerá de la actuación del usuario en lo cotidiano, especialmente en el caso de presencia de estrategias bioclimáticas. Así que para facilitar un buen uso del edificio se considera muy importante dotar al usuario de medios de conocimiento del edificio (como manuales o cursos) y de la posibilidad de controlar directamente los sistemas de regulación de temperatura, radiación solar, ventilación natural, etc.

- Los límites mínimos y máximos para asignar una puntuación u otra tienen que ser claros y correctos. Para su determinación debería escogerse un edificio de referencia (*Benchmark*) para cada tipología predominante y tomar como valores mínimos los valores estándar, la práctica corriente, y como máximos aquéllos donde se aplican todas las mejoras tecnológicamente

disponibles en aquel momento en función de las posibilidades del entorno del proyecto (ver párrafo 3.2.2.)

- **No incluir factores no estrictamente vinculados con la sostenibilidad ambiental:** Para que una herramienta de calificación y certificación ambiental pueda ofrecer una idea coherente con la realidad del nivel de sostenibilidad ambiental de un edificio es conveniente que los factores no estrictamente vinculados a ella, como las condiciones de confort, económicas, etc. puedan ser tratados separadamente de las de sostenibilidad ambiental o por otras herramientas, o previamente por normativas que bloqueen situaciones inaceptables (ver párrafo 3.1.3.3.).

Se propone que las evaluaciones de estos factores, si presentes, se expresen en módulos paralelos. Podría ser tomando como referencia la escala por letras que utiliza la Certificación Energética de Edificios en España (de la A a la G, de mejor a peor). Por ejemplo:

- Módulo de sostenibilidad ambiental: C
- Módulo de calidad ambiental interior: A
- Módulo de repercusión económica: B

Cada modulo (de sostenibilidad ambiental, de calidad ambiental interior, de repercusión económica, etc.) tendría su evaluación independiente de las otras. De tal forma, siempre resulta visible cuál es el desempeño que alcanza un determinado proyecto en cada tema en el que evalúa, pudiendo ser la expresión de la calificación, por ejemplo, de la siguiente manera:

Certificación ambiental		
C	A	B
Sostenibilidad ambiental	Calidad ambiental interior	Repercusión económica

- los métodos y criterios para asignar puntos tendrán que ser, aparte de fáciles de comprender, muy objetivos, con límites numéricos claros para asignar los créditos. La asignación de estos puntos tendrá que ser transparente (ver 3.5.3.).

- Las herramientas serán más efectivas cuanto más se configurará sobre las exigencias del usuario común, profesional de la construcción. Si resulta necesaria mucha inversión de tiempo en comprenderla, no podrá contribuir en la mejora del proyecto (ver párrafo 3.4.1.).

- La herramienta tendrá que ser simple de utilizar: que se escojan datos que se pueden encontrar en el proyecto con facilidad, aumentando de esta manera también la viabilidad económica (ver párrafos 3.3.2., 3.3.3.).

- Tener en cuenta el coste económico del uso de la herramienta (ver párrafos 3.3.2. y 3.3.3.)

- La herramienta tendrá que ayudar al usuario, cumpliendo la función de guía, dando orientación respecto de las mejoras que pueden incorporarse en el proyecto para mejorar su calificación (ver párrafo 3.5.2.) Para ello se recomienda que la complejidad se encuentre en los mecanismos para proveer un checklist cómodo y adecuado.

- Tendría que ser posible la puesta al día de las técnicas, los sistemas, los materiales, etc., así como su evaluación de forma homogénea con los ya incluidos en la herramienta, sin tener que esperar a que sus realizadores lo hagan y ofrezcan una nueva versión (ver párrafo 3.5.5.) Las

herramientas deben ser instrumentos de constante renovación y adecuación a las necesidades de los usuarios y evolución de las situaciones.

- Tendrá que constituir una herramienta de ayuda para la planificación estratégica, proponer acciones correctivas, transmitir criterios de proyecto, y no constituir solo una herramienta de evaluación. De esta manera se aumentan las posibilidades de que se cumplan mejoras en el proyecto (ver párrafo 3.5.2.).
- Tener en cuenta la viabilidad económica de las acciones correctivas (ver párrafos 3.5.4.).
- proporcionar las mismas herramientas de referencias a una variedad de materiales de construcción y soluciones tecnológicas de bajo impacto disponibles en el mercado, como *links* y páginas webs. Esto facilitaría mucho la mejora del proyecto. Asignar a estas una puntuación menor o mayor en relación a la ventaja ambiental que aportarían ayudaría todavía más los usuarios a reconocer la opción más adecuada (mira párrafo 3.5.2.).
- La cantidad de indicadores tiene que ser la mínima posible (ver párrafo 3.1.2.).
- Aparte que en la fase de proyecto ejecutivo, cuando la mayoría de decisiones ya han sido tomadas, podría actuar también en las fases preliminares (anteproyecto, proyecto básico, etc.) ofreciendo orientación y valoración ambiental en las fases que mayores potencialidades de cambio presentan (ver párrafo 3.4.2.).
- Si se realizara un *checklist* como guía para la fase temprana de proyecto, sus indicadores tendrán que estar acompañados por ejemplos de buenas prácticas (como hace el LEED, ver apartado 5.5, subcriterio GS3). Esto ayuda la comprensión del indicador y puede ser fuente de inspiración para optar acciones correctivas (ver 3.5.2.).
- Incluir filtros económicos y sociales que impidan la certificación aunque el edificio pueda conseguir la máxima puntuación: si el edificio o sus materiales se produjeran con trabajo infantil o esclavo, si en fase de uso se produjeran armas, etc., aspectos que deben estar definidos socialmente
- Se considera preferible recurrir cuanto más posible a la representación grafica y explicación visual (como gráficos, fotos, imágenes, etc.) de conceptos, resultados, acciones correctivas, siempre aclaran mucho y rinden el uso de la herramienta más liviano (ver 3.3.4.)

6.4. Propuesta de estructura para una nueva herramienta

A parte de la propuesta anterior sobre características que tendrían que tener las herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios, se realiza una propuesta sobre en qué partes tendría que estar estructurada, para cumplir exhaustivamente con su función de guía hacia la sostenibilidad a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio:

- a) Guía de diseño,
- b) Cálculo de impactos,
- c) Evaluación,
- d) Certificación
- e) Guía para la fase de uso

a) Guía de diseño

Realizar una guía de diseño (un referente es LEED), posiblemente en forma de *checklist*, que sugiera cuáles son todos los factores importantes a tener en cuenta para la sostenibilidad ambiental del edificio, que se puedan identificar con transparencia en el proyecto, que sugiera las posibles acciones correctivas y las explique a nivel técnico con sus implicaciones ambientales, priorizando las que tienen mejor relación beneficio ambiental/coste económico.

Tiene que ser consultable con agilidad y debería actualizarse periódicamente. Se tendrían que limitar los indicadores que requieren muchos cálculos numéricos. El objeto de evaluación debería ser el proyecto básico, con un modulo posterior que apoyase el ejecutivo para asegurar las decisiones e implementar las adecuadas de ese nivel. Sus usuarios podrán ser los profesionales implicados en el proyecto y los certificadores.

Debe estar profundamente regionalizada. Reconocer tipologías de edificación, de uso, y muy ligadas a unas posibilidades técnicas concretas.

b) Cálculo de impactos

Realizar una herramienta capaz de estimar de forma rigurosa y cuantitativa los impactos ambientales (consumo de energía, de agua y de materiales así como generación de residuos sólidos y emisiones) atribuibles al futuro edificio basándose en la documentación del proyecto ejecutivo, por ser ésta la única manera de poder verificar objetivamente que reducción de impactos se consigue gracias a la aplicación de las acciones correctivas. Sus resultados tendrían que mostrar los impactos que se producen a lo largo de todo el ciclo de vida (se recomienda profundizar en las fases de extracción y fabricación de materiales y en la de uso, que es donde se concentra el impacto ambiental). En general se recomienda simplificar su uso (ver apartado 3.3.) y que tengan transparencia (ver párrafo 3.5.3.) Para ello, se recomienda generar un cuestionario claro y referido a los datos del proyecto ejecutivo, que se envíe para su cálculo, y retorne un informe de cálculo de impactos que refleje la comparación con un edificio de referencia y un catálogo de posibles mejoras.

El objeto de evaluación será el proyecto ejecutivo. Sus usuarios podrán ser los certificadores o los técnicos implicados en el proyecto, que tendrían que poder aplicar la herramienta de cálculo cada vez que se considere necesario para averiguar cuánto cada acción correctiva aplicada disminuye el impacto que provoca.

Se recomienda que la evaluación de los factores no directamente vinculados a la afectación de recursos y/o generación de residuos (como acústica, coste económico, etc.) sean evaluados mediante un módulo complementario, a efectos de no distorsionar el análisis de sostenibilidad ambiental (ver párrafos 3.1.3.3. y 3.1.3.4.)

c) Evaluación

Se tienen que atribuir valoraciones a dos factores:

1. pesos de indicadores y de áreas temáticas,
 2. resultados de los indicadores, de las áreas temáticas y el resultado global de la herramienta.
 1. Se tendrá que asignar unos pesos a los varios indicadores y áreas temáticas en relación a las circunstancias peculiares del área geográfica a evaluar, adaptados a la gran variedad de situaciones que se pueden encontrar en un país, en factores como clima, aspectos culturales, aspectos sociales, aspectos económicos, aspectos técnicos de la construcción (ver párrafo 3.2.4.).
 2. Los resultados de los indicadores, áreas temáticas y el global de la herramienta son unas cantidades numéricas que necesitan un juicio, una valoración. Tendrán que ser situados al interno de unos rangos de valoración. Esta valoración de las cantidades numéricas relativas al impacto se tiene que realizar respecto a una referencia, que podría ser el *Benchmark*, la práctica aceptada en la región por la normativa) y a) no aplicarles ninguna mejora y b) aplicarles todas la mejoras tecnológicamente disponibles en aquel momento en función de la posibilidades del entorno del proyecto. Los resultados obtenidos en a) y b) podrían entenderse como los valores mínimos y máximos entre los que pueden situarse las distintas calificaciones de la certificación. Claramente tales criterios se transformarían en relación con los cambios de las posibilidades constructivas (ver párrafo 3.2.2.).
- El objeto de evaluación será el proyecto ejecutivo. Su usuario podrá ser el certificador o los técnicos implicados en el proyecto.

d) Certificación

Elaborar un protocolo de certificación, que atribuya la certificación después de que una entidad autorizada haya controlado toda la documentación y haya averiguado de manera presencial si el edificio ha sido construido como descrito en el proyecto. El objeto de certificación será el edificio construido antes de que entren los usuarios. El protocolo será puesto en acto por el certificador.

e) Guía para la fase de uso

Realizar una guía para la fase de uso, posiblemente en forma de *checklist*, que actúe como ayuda y verificación del compromiso que debería establecerse para asegurar la mejor gestión ambiental posible. Muchas herramientas ya han definido o están definiendo herramientas para las fases de uso y gestión y para el mantenimiento.

Ello es muy importante porque es en la fase de uso, donde según diversos estudios consultados habitualmente se produce un 60-70% del impacto ambiental de su ciclo de vida (por ejemplo en el consumo de energía o en las emisiones de efecto invernadero directamente

asociadas). Cabe insistir en la importancia de considerar el período en que el edificio se encuentra en uso en la futura herramienta, ya que aunque éste hubiera conseguido una buena calificación en etapa de proyecto, de la gestión que de él se haga en el futuro –de sus instalaciones, de sus elementos practicables, etc.- dependerá en mayor medida el resultado final de su desempeño ambiental.

Debe estar dedicado a factores tales como a) la eficiencia energética y la optimización del uso del agua asociada a la utilización y el mantenimiento de las instalaciones, b) la durabilidad y el mantenimiento de los materiales empleados en las soluciones constructivas y c) la gestión de los residuos para su minimización, reutilización y reciclaje. Se propone que la realización del *checklist* acabe en la formalización de un documento: el Manual Ambiental de Uso del Edificio que puede formar parte del *Libro del Edificio* exigido en España por la LOE y el CTE. La herramienta tendría que exigir, como parte del proceso de certificación, su realización y su compromiso de futura aplicación (mira párrafo 3.2.5.).

La guía tendría que ser elaborada a la medida del edificio en uso y apto para una fácil consultación de los usuarios del edificio.

6.5. Propuestas sobre nuevas líneas de investigación en continuidad con la presente tesis doctoral

A partir de esta tesis doctoral pueden abrirse camino unas líneas de investigación, algunas de las cuales se sugieren a continuación:

- Profundizar en los factores clave propios de las herramientas identificados en la tesis, como por ejemplo:

- Cuantificar los valores mínimos y máximos que se tendrían que atribuir a los indicadores de impacto ambiental y de gasto de recursos de manera coherente con la sostenibilidad fuerte.
- Establecer cuál podría ser la mejor escala territorial de aplicación de una herramienta y de que medios se dispondría en cada caso para conocer las características de este territorio (climáticas, sociales, tecnológicas, etc.)

- Elaborar una herramienta nueva o reelaborar una existente (por ejemplo la herramienta VERDE considerando que algunos de los argumentos de esta tesis han sido aplicados en su realización) según los criterios expuestos en las anteriores páginas.

- Considerando la importancia que estas herramientas están tomando cada vez más, se considera importante remarcar que no constituyen el único camino para impulsar el necesario cierre de los ciclos de los recursos materiales en la totalidad el ciclo de vida de los edificios. Entre estos, destacan los esfuerzos para que usuarios y técnicos implicados en el uso, construcción, mantenimiento, transformación, rehabilitación, reparación, recuperación, etc. del parque edificatorio existente tomen conciencia de la situación del planeta y decidan reaccionar adecuadamente. Una nueva línea de investigación podría abrirse con el objetivo de profundizar sobre estos caminos alternativos.

Bibliografía y fuentes de conocimiento

Bibliografía y fuentes de conocimiento

Capítulo 1: Estado del arte sobre la evaluación de la sostenibilidad de la construcción

Párrafo 1.1. Normativas de la administración pública

Directiva marco sobre el agua de la Unión Europea (DMA) del año 2000

Directiva 2010/31/UE (directiva EPBD), del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)

Directiva marco 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos

Código Técnico de Edificación Español – CTE (HE - PROGRAMA LIDER, PROGRAMA CALENER)

Real decreto español sobre eficiencia energética de los edificios (software CALENER) 31 de octubre del 2007

Decret de Ecoeficiència, Generalitat de Catalunya (16.2.2006),

Ordenança Municipal sobre Estalvi d'Aigua, Diputació de Barcelona, Diciembre del 2005, grupo de trabajo *Nova Cultura de l'aigua; Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la sostenibilitat.*

Párrafo 1.2. Sistemas de previsión de impacto

AA.VV. (Desarrollo y medio ambiente, S.L.), *Las evaluaciones de impacto ambiental*, a cura del Departamento de Urbanismo del Gobierno Vasco, Vivienda y Medio Ambiente, Gráficas Santamaría, Vitoria, 1991.

AA.VV., *Avaluació d'impacte Ambiental del Planejament Urbanístic i territorial – Actes de les Primeres Jornades d'Avaluació d'impacte Ambiental del Planejament Urbanístic i Territorial: Olot, 24 i 25 de novembre del 2000.* Ed. Universitat de Girona, Girona 2002

García Álvarez Antonio, *Guía Práctica de Evaluación de Impacto Ambiental – Proyectos y Actividades Afectados*, Ed. Amarú – Casa de la Ecología, S.L., Salamanca 1994

Párrafo 1.3 Sistemas de Gestión Ambiental

EMAS (sistemas de gestión ambiental), *Eco Management and audit Écheme*, <<http://ec.europa.eu/environment/emas>>

UNE-ISO 14001 (sistemas de gestión ambiental), *Internacional Organization for Standardization*, <<http://www.aenor.es>>

UNE-ISO 14040 (Análisis de Ciclo de Vida), *Internacional Organization for Standardization*, <<http://www.aenor.es>>

ISO 14025: 2012 (*Environmental management -- Eco-efficiency assessment of product systems -- Principles, requirements and guidelines*), <http://www.iso.org>

Párrafo 1.4 Etiquetas más importantes de tipo I y III en el sector de la construcción del ámbito español

BIOSPHERE, Sello de calidad ambiental para hoteles, Instituto de Turismo Responsable, <<http://www.turismoresponsable.org>>

ECOLABEL, Sello de calidad ambiental para hoteles, Proyecto europeo, <www.traintoecolabel.org>, reglamento CE n.1980/2000

Distintivo de garantía de calidad ambiental, <http://www20.gencat.cat>

Párrafo 1.5 Herramientas de análisis parcial en ámbito español

Código Técnico de Edificación Español – CTE (HE - PROGRAMA LIDER, PROGRAMA CALENER)

Estándar energético Alemán Passivhaus, <http://www.passiv.de/>

Estándar Suizo Minergie, www.minergie.ch

Párrafo 1.6. Sistemas de indicadores como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios

CASBEE 1.0, 2003, Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, <www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>

GBTOOL 1.80, 2002, Green Building Tool, <http://www.iisbe.org/gbc2k/gbc-start.htm>,

iisBE (*International Initiative for a Sustainable Built Environment*) <www.iisbe.org/>

ITACA 1.0, 2004, Protocolo para la evaluación de la calidad energética y ambiental de un edificio, <<http://www.itaca.org/>>, versión,

LEED 2.0, 2001, Leadership in Energy and Environmental Design, <www.usgbc.org/leed/>

WGBC, World Green Building Council, <www.worldgbc.org>

BREEAM, BRE Environmental Assessment Method, <www.breeam.org>

HQE, Haute Qualité Environnementale, <<http://www.assohge.org>>

VERDE, Green Building Council España, <http://www.gbce.es>

UNE-ISO/TS 21929-1:2009 - Sostenibilidad en Construcción de Edificios – Indicadores de Sostenibilidad. Marco para el Desarrollo de Indicadores para Edificios, *Internacional Organization for Standardization*, <<http://www.aenor.es>>

UNE-ISO/TS 21931-1:2008 - Sostenibilidad en construcción de edificios. Marco de trabajo para los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los trabajos de construcción. Parte 1: Edificios, *International Organization for Standardization*, <<http://www.aenor.es>>

Capítulo 2: Teoría de los indicadores

AAVV, *La Ciudad Sostenible – The sustainable city*, ed. CCCB, Barcelona, 1998

AAVV, *Compromís ciutadà per la sostenibilitat – Agenda 21 BCN*, Ajuntament de Barcelona – Consell Municipal de Medi Ambient i Sostenibilitat, Barcelona, 2002.

AA.VV, *Barcelona 1979 i 2004 - del desenvolupament a la ciutat de qualitat*. Ajuntament de Barcelona. Barcelona, 1999. Disponible en la página Web: <http://bcn.es/urbanisme/model/expo/index.htm>

AA.VV, *Una ciutat sostenible – recull de conferències promogudes per l'Àrea de Medi Ambient durant l'any 2000*, Àrea de Medi Ambient, Ajuntament de Terrassa, Terrassa 2001.

Burgess Rod, Carmona Marisa, Kolstee Theo, *The challenge of sustainable cities – neoliberalism and urban strategies in developing countries*, Zed Book, London, 1997

AAVV. *Sistema municipal d'indicadors de sostenibilitat*, Diputació de Barcelona – Xarxa de Ciutats y Pobles cap a la Sostenibilitat, septiembre 2000, Barcelona.

Bauer Raymond, *Social indicators*, the m.i.t. press 1967, Universitat Autònoma de Barcelona.

Bossel Hartmut, *Indicators for sustainable development: Theory, Method, Applications - a report to the Balaton Group*, <http://www.ulb.ac.be/ceese/STAFF/Tom/bossel.pdf>, 1999. IISD-International Institute for Sustainable Development

Bossel Hartmut, *Finding indicators of Sustainable Development*, Centre for environmental System Research, University of Kassel, septiembre 1997

B. Moldan, S. Billharz, R.Matrovers, *The Bellagio principles en The sustainability indicators: a report on the Project of indicators of sustainable development (SCOPE)*. John Wiley, New Jork, 1997

Castro Bonaño J.Marcos, Salvo Tierra Enrique, *Bases para un sistema de indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía – Experiencias internacionales en la medición de la sostenibilidad en las ciudades*, Consejería de Medio Ambiente – Junta de Andalucía, Agosto 2001.

Gasteyer Stephen, Butler Flora Cornelia *Social Indicators: An annotated bibliography on trends, sources and development, 1960-1998*.

Guinomet Isabelle – Eurostat; *Indicadores de desarrollo sostenible – Estudio piloto según la metodología de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*. Comunidades Europeas, 1998.

ISO/TS 21929-1:2006 - Sustainability in building construction -- Sustainability indicators -- Part 1: Framework for development of indicators for buildings

ISO/TS 21931-1:2006 - Sustainability in building construction -- Framework for methods of assessment for environmental performance of construction works -- Part 1: Buildings

Meadows Donella, *Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group*. The sustainability Institute, < <http://www.sustainer.org/pubs/Indicators&Information.pdf> >, September 1999.

Ministerio de Medio Ambiente – TAU Consultora Ambiental, *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, 1996, Madrid.

OECD, *Core set of indicators for environmental performance review - A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment*, Paris. 1993

OECD, *Better understanding our cities – the role of urban indicators*, 1997,

OECD *Towards Sustainable Development: Environmental Indicators*, Paris, 1998.

OECD, *Towards Sustainable Development – Indicators to measure progress*, Rome Conference, OECD, 2000.

Capítulo 3. Criterios para el análisis de las herramientas existentes de evaluación de la sostenibilidad en la edificación

AAVV, *Guía de l'edificació sostenible*. Barcelona, Institut Cerdà, 1999

Bettini Virginio, *Elementi di ecologia urbana*, Einaudi, Torino, 1996

Cuchí i Burgos Albert, Peter Sweatman, *Una visión-País para el sector de la edificación en España – Hoja de Ruta para un nuevo sector de la vivienda*, GBCe, Fundación CONAMA, Noviembre 2011, www.gbce.es/es/pagina/informe-gtr

Cuchí i Burgos Albert, Castelló i Cortina Daniel, Díez i Bernabé Glòria, Sagrera i Cuscó Albert, *Paràmetres de sostenibilitat*, ItEC-Institut de la Construcció de Catalunya, octubre 2003, Barcelona.

Folch Ramón, *Ambiente, emoción y ética – Actitudes ante la cultura de la sostenibilidad*, Editorial Ariel S.A., Barcelona, 1998.

GBCe, ASA, CCEIM, *Cambio global España 2020/2050 – Sector Edificación*, Abril 2010 www.ucm.es/info/fgu/descargas/cceim/programa_edificacion_2020_2050.pdf

Laureano Pietro, *La piramide rovesciata – il modello dell'oasi per il pianeta Terra*, Bollati Boringhieri. Torino 1995

López de Asiain Jaime, *“Arquitectura, Ciudad, Medioambiente”*, Universidad de Sevilla, conserjería de obras públicas y transportes, 2001.

Lovelock James, *GAIA – una ciencia para curar el planeta*, ed. Oasis S.L. Barcelona, 1992.

Margalef Ramón, *Teoría de los sistemas ecológicos*, Ed. Universitat de Barcelona, Barcelona 1991

Margalef Ramon, *Ecología*, Ed. Planeta, Barcelona 1992

Naredo José Manuel, Valero Antonio, *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Visor Distribuciones y Fundación Argentaria, 1999.

Rueda Palenzuela Salvador, *Ecología urbana – Barcelona i la seva regió metropolitana como referents*, Beta Editorial, S.A., Barcelona 1995

Rueda Salvador, *Barcelona. ciutat mediterrània, compacta i complexa – una visió de futur mes sostenible*, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 2003.

OLGYAY, Victor: *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona, Gustavo Gili, 1998.

ONU, *Rio 92 – Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo – Programa 21, acuerdos*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 1998.

SEN Amartya, *El nivel de vida (The standard of living)*, Editorial Complutense, Madrid 2001 (1ªed 1987).

Serra Florensa Rafael, Couch Roura Helena, *Arquitectura y energía natural*, Edicions UPC, Barcelona 1995.

Serra Florensa Rafael, *Arquitectura y climas*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1999.

SUREDA Vicenç, CANALS Rosa Maria, PRAT Anna, *Metodologia per a l'elaboració d'auditories ambientals municipals - Els processos de l'Agenda 21 local en el municipis de Barcelona – vol. I*, Diputació de Barcelona, Xarxa de municipis, Barcelona 2002.

SUREDA Vicenç, CANALS Rosa Maria, PRAT Anna, *Els plans d'acció locals - Els processos de l'Agenda 21 local en el municipis de Barcelona – vol. IV*, Diputació de Barcelona, Xarxa de municipis, Barcelona 2003a.

SUREDA Vicenç, CANALS Rosa Maria, PRAT Anna, *La participació i l'Agenda 21 Local - Els processos de l'Agenda 21 local en el municipis de Barcelona – vol. IV*, Diputació de Barcelona, Xarxa de municipis, Barcelona 2003b.

UE, *Città europee sostenibili – Relazione del gruppo di esperti sul medio ambiente urbano*”, Comisión Europea, dirección general XI, medio ambiente, seguridad nuclear e protección civil, Bruxelles, marzo 1996.

Ponencias

Cuchí Albert, *Les restriccions en la mesura de la sostenibilitat, Un cas d'aplicació*, I International Conference on Sustainability Measurement and Modelling. International Centre of Numerical methods in Engineering (CIMNE), 2006, P.1-6.

Monterotti Chiara, *Conclusiones sobre lo que pueden aportar unas herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental ya existentes para un sello de calidad ambiental en la rehabilitación de los hoteles y viviendas para Playa de Palma*, congreso SB10mad - Sustainable Building Conference, <<http://www.sb10mad.com>>, Madrid, 2010

Monterotti Chiara, Cuchí Albert, *Some observation about the efficiency of building sustainability assessment tools*, congreso Portugal SB07, Sustainable Construction, Materials and Practices, IOS Press, 2007, p. 305-309.

Obras no publicadas

Cuchí Albert, documentos no publicados para la elaboración de VERDE (la herramienta de evaluación de la sostenibilidad ambiental para edificios para España), encargados por iiSBE España – GBCE <<http://www.gbce.es>>, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2004.

Monterotti Chiara, Wadel Gerardo, Álvarez-Ude Luís. (AUJA - Arquitectos, Urbanistas, Ingenieros Asociados): *Análisis de sistemas de certificación de edificios, de sellos de calidad y de sistemas de gestión ambiental - Propuestas para la elaboración de la herramienta de evaluación y ayuda sobre sostenibilidad de los edificios para el Sello Ambiental de Playa de Palma (PdP)*. Noviembre de 2009. Obra no publicada. Para consultar el documento es posible dirigirse al consorci Platja de Palma, www.consorcioplayadepalma.es.

Anexos

En las paginas siguientes pueden consultarse tres documentos: los primeros dos consisten en unas ponencias que han sido publicadas respectivamente en los congresos SB07Portugal y SB10Madrid; el tercero está constituido por el documento *Análisis de sistemas de certificación de edificios, de sellos de calidad y de sistemas de gestión ambiental propuestas para la elaboración de la herramienta de evaluación y ayuda sobre sostenibilidad de los edificios para el sello ambiental de Playa de Palma (PdP)*, que constituye una aplicación de los conceptos expuestos en esta tesis para la elaboración *del sello ambiental de Playa de Palma (PdP)*,

ANEXO1

SOME OBSERVATION ABOUT THE EFFICIENCY OF BUILDING SUSTAINABILITY ASSESSMENT TOOLS

Chiara Monterotti
1) Albert Cuchí

Arquitectura, Energia i Medi Ambient. Departament de Construccions
Arquitectoniques 1, UPC.

Sant Cugat del Vallès, Spain.

chiaramonterotti@hotmail.com

albertocuchi@upc.edu

KEY WORDS: sustainable buildings, tools, analysis criteria

2) **SUMMARY:** This paper introduces an analysis about existing building sustainability assessment tools. This analysis is based on five criteria that would detect how efficiently the tool can help to achieve sustainable buildings.

3) INTRODUCTION

In our research existing indicator tools have been analysed and an important issue has been detected: How efficiently does the tool achieve sustainability?

We call efficiency the relation between the quality of the assessment and the effort necessary to create and proceed the information for the evaluation.

We consider that building's sustainability assessment tools need a standard to question their efficiency. The consequence is that sometimes they are too expensive, complicated to use, and far from their initial function: to inform about the sustainability level of the building and, more globally, helping to make the buildings more sustainable.

The reflections of this document arose in order to answer to the questions of the authors collaborating with the Verde Tool, managed by the GBC Spanish team. The results of this cooperation have been presented in 2005 in Tokyo, during the Sustainability Building Congress SB05. Many of the questions expressed in this document have been reported during the Congress, where we tried to give clear answers, adapted to the particular conditions of Spain.

In this paper we propose five criteria which take in consideration efficiency aspects. These aspects, in our opinion, should be fulfilled by the sustainability assessment tools in order to ensure their quality, their usability, their economy and their utility to orient the user toward sustainability.

These criteria are:

- 1) The score as reflection of sustainability;
- 2) Economic viability of use;
- 3) Clarity for user and ambit of application;
- 4) The Proposal of action, the ability to trace each evaluation step, Economic viability of project changes;
- 5) To be a Complete model with the minimum number of indicators.

In this paper the five criteria are applied to important indicator tools as Casbee, Gbtool, Itaca, Leed.

4) The score as reflection of sustainability

At the level of tool this criteria points out what the final score say us...the level of sustainability of the building or something different? At level of the single indicator, the criteria point out how correctly the evaluation is.

The OECD(???) (1993) asks that an indicator gives a representative image of environment conditions and the pressure to the environment. We consider that the main objective of a building sustainability assessment tool is to give an idea of the level of sustainability of a building. For this reason, we consider we have to avoid previous or foreign evaluation factors as, for example, comfort conditions, factors which have to be established before in the project, and be useful for the definition of the resources that we need to obtain these conditions.

Certain complexity appears in the discussion because there is more than one definition of sustainability or more than one way to evaluate it, in different ambits. It could become even more complicated when we have to define the limits of what we want to measure, whatever is the ensemble of buildings we investigate.

We consider that while the smallest is the ambit of application (it could be ambit of: typology, use or geography), more valid is the tool evaluation. If we would work with geographical ambits (none of the tools really define and limit geographical ambit for its application) the building systems, the climatic conditions, the possible project alternatives, would be more realistic.

In the evaluation of the single indicator it is important that the ranking change proportionally to the sustainable benefit. It would be possible to meet these errors that can generate wrong evaluations:

- 1- Little efforts to improve the project could cause noticeable changes in the evaluation.
- 2- Major efforts to improve the project could cause little changes in the evaluation, because of the quality of the information or its elaboration.
- 3- The difference between the ranking value is not environmentally important. Or it would depend on uncontrollable factors. The difference between the ranking values would say how and how much we can improve the project.

For example, the score given by Casbee does not include exclusively the environmental performance of the building but it depends on other factors less relevant for the sustainability. Casbee value: $\text{Building Environmental Efficiency} = \frac{\text{Building Environmental Quality \& Performance}}{\text{Reduction of Building Environmental Loading}}$. This means that the environmental efficiency is considered directly proportional to the interior quality of the building, often get with a high energy cost.

This kind of evaluation doesn't give a limit to the outgoing resources and can evaluate as Environmental Efficient a building with a good comfort level, but with a large use of energy, material resource and water. And, on the contrary, evaluated as reduced Environmental Efficiency a building that respect the comfort standard and have a normal use of *Water resources, Materials of low environmental load, Natural Energy*.

An unlimited improvement of comfort would be justify, with relative improvement of outgoing resources, when the sustainability asks for the decrease of them.

We will give more importance to the sustainability factors as Water resources, Materials of low environmental load, Natural Energy Utilisation of section Reduction of Building Environmental Loading.

Itaca includes seven sections, but only four are concerned, relatively directly, to the sustainability: Transport, Resource Consumption, Exterior Ambient Quality, Environmental Loading. The other three sections are Interior Ambient Quality, Quality Of Service, Management Quality. They are related less directly with the sustainability. They include very important factors in a building project but not to assess its sustainability. Itaca touches severals aspects, as electromagnetism, acoustic comfort, and so on, which are very important for the comfort and wellness of building user, but not directly connected with sustainability.

In Leed we find five items: *Sustainable Sites, Water efficiency, Energy & Atmosphere, Materials & Resource, Innovation & Design Process*, directly concerning the sustainability. Plus *Indoor Environmental Quality* that is not directly connected with sustainability. As a consequence the evaluation given by Leed will reflect the effort made for the environmental sustainability of the building.

5) Economic viability of use

This criteria would evaluate if the use of the tool is sufficiently inexpensive.

The indicators will be measurable at reasonable cost. Moreover for this aspect it would be necessary to ask for every indicator to be clear in content: easily understandable, with units that make sense, expressed in imaginable, figures.

Buildings are complex systems. In order to make a model that would include all implied factors it is a complex and time consuming work. We need a lot of information for it. Reasonable cost is an important issue. Our proposal to simplify the collection of all needful information is that the tool would demand to the already available information of the project. Even more possible, the information would be expressly enunciated in the project. The cost to elaborate more information for the assessment is very high (it is the problem of various existing tools).

The indirect measure of the building characteristics to simplify and reduce the cost of dates collection would be risky for the evaluation quality. It would be worse if the geographic range is large. The value would be defined at a reasonable cost. The effort to use the tool could be acceptable in relation to its utility. The cost to collect the dates would be proportional to the weight of indicators in the tool.

For example, in Casbee, the indicator Q-1, 1.1–*Evaluate the level of indoor background noise produced by air conditioning and by external traffic noise (dB)* needs a complex and unusual calculation in a project (at least in Spain). In GBTool we meet positive example when it asks dates that we can meet in the project. In the section Architectural Systems: AR6 - *Site area hard-paved, non-permeable (m²)*, OR *Site area landscaped with species not requiring watering (m²)*, OR *The volume of solid wastes resulting from the clearance of existing structures on the site that will not be sent to a solid waste facility (%)*, *aggregate not in concrete (density in kg per m³ area)*, and so far. They are all indicators that demand dates that we can meet in the project, easily understandable, and as a consequence, limiting effort, economic investment and giving to the tool more possibility of success.

3) The profile of the user and the ambit of application of the tool should be clearly established.

This criteria searches if the information could be transmitted adequately to the user – for that reason it is necessary that the user profile must be clear, and the objet application were well defined.

It is necessary to foresee who the tool user is. We consider the user would not be a specialised technical in the tool use, not implied in the project, generally. If we want that the tool will be really useful the user would be a professional imply in the project, and using more times the tool, he will know what are the changes to have a more sustainable building.

It would be useful to foresee that the tool could have various kind of users. The evaluation could certify to the user that the building where he lives has defined environmental characteristics. The promoter could use the tool to establish what are the necessary actions, and the relative costs, to have the desired environmental quality. The architect could use the tool to verify the environmental efficiency of the last version of the project.

The ambit of application could be the Design Stage or the Use Stage. In the Use Stage the tool would evaluate a finished and no alterable product. If the idea of the tool were a guide to favour the building sustainability, it has to propose corrective actions, and the relative costs, in the project stage, when it is still possible to modify project decisions.

In this way, Leed address to a technical person, it communicates with physical units, of materials to use, action to do. Leed not even asks what are the building CO₂ emissions, something unusual for the technical of building sector. It just propose actions to limit the energy consumption and the use of high emission resources, it aims at avoid the cause more that reduce the effect. For example in the section *Materials & Resources* it asks: *a minimum of 20% of building materials that are manufactured regionally within a radius of 500 miles*, OR in the section *Energy & Atmosphere* it asks *Supply a net*

fraction of the building's total energy use (as expressed as a fraction of annual energy cost) through use of on-site renewable energy systems.

4) The tool should be given possibilities of change. It should suggest sustainable actions, each evaluation step should be possible to trace and the proposed project changes should be economically viable.

This criteria demands that the tool gives and implements to the user to change the project and improve its sustainability. It could depend on:

- 1. If every step of the evaluation is traceable;*
- 2. If the tool suggest sustainable actions of change*
- 3. If these actions have a reasonable cost.*

We consider that the purpose of these tools it's not just the evaluation of environmental quality but to communicate it to the tool user. It is to give to the technical people the information that can impact their decisions, to influence the building sector and improve its sustainability. The purpose of this kind of tool would be to help the project decision process in the project stage to realise more sustainable constructions. The tool would be directed to a technical on building sector. In order to make more sustainable project, in state of a technical of the tool whose purpose could be just to assign a score.

For example in Casbee, these indicators suggest actions: *LR3-3 Wind Damage & Sunlight obstruction* and gives a table that associates the evaluation with the quantity of effort and accomplished actions. It value using dates found in the project. *LR1-2 Natural energy utilisation*: this indicator proposes actions to goad the use of natural energies.

Leed indicators give to the user relevant information, that can influence his decisions.

Example of the above are in the section *Materials & Resources: Building Reuse - Maintain 100% of existing building structure and shell AND 50% non-shell (walls, floor coverings, and ceiling systems); Construction Waste Management - Recycle and/or salvage at least 50% (by weight) of construction, demolition, and land clearing waste*. These indicators respect also the third point of this criteria (to propose actions with a reasonable cost), because the proposed actions have a reasonable cost, they are solutions that we can meet frequently in the building market.

What we don't find in any tool, is the relation benefit/cost of proposed actions. It has no sense an evaluation based only in theoretical possibilities without the consideration of the necessary economic investment. It would be very useful that the tool considers that we produce the investment in the more efficient way (The promoter asks: "how can I invest the first economical resources to obtain the best environmental improvement?". The user asks: "How much money did they spend to improve the building sustainability?").

The cost of the evaluation of a project is not just to evaluate it not only the first time, but it is the effort to identify change options, and – and this is very important - to evaluate the benefit and the cost of every one of them. In relation to ranking definition

would exist the possibility to apply new techniques existing in the market, that could give best results. It would exist the possibility to include also its cost.

5) - To be a Complete Model with the Minimum Number of indicators

This criteria asks that the tool is complete, that it touches all the important items, but that the quantity of the indicators should be as limited as possible. It asks that repeated or unnecessary indicators were no present.

We consider that in order to generate a complete model of the building we have to take in consideration all the flows –fuel, raw materials, water, and of course the soil-crossing the building in its life cycle: project stage, building stage and production of building materials, using and upkeep stage, demolition.

It is very important that the quantity of indicators would be limited and all that would be necessary. The tool will be composed only by the essential indicators, so its would be more comfortable and with an high throughput, to avoid contradictions or to take in consideration the same factor more than ones.

In this sense, a lot of tools don't take in consideration, for example, that the environmental loading are a consequence of resources consumption: after the use of the resources what remain are residue. The environmental loading are that waste disperse in the environment (air, water, soil). It is necessary avoid to consider two time the same factor, it is necessary avoid to consider both resource consumption and environmental loading.

6) Conclusion

As a conclusion, we present the proposal that a solvent institution - maybe iiSBE– could begin to think as an aim at the definition of efficiency criteria for the building sustainability assessment tools, and not only about their quality.

The proposed criteria – or the ones that could arise with an ample argument–would be applied to existing tools, as in this document we have tried to achieve as an example, with some of the more well-known and prestigious existing tools. Also some standards could be elaborated to ensure the efficiency in the building sustainability assessment.

Beyond of the paper aims – although very connected to them – we can find arguments about central factors in the building sustainability evaluation, as the sustainability concept that we also find behind every tool. We propose ethical use of the building, the concept of sustainability should be enunciated in every tool. so we very much hope that the finished building would never be used as torture centre or made with slave or children's labour, even if have obtained a good score.

7) References

GBTool 2002, Green Building Challenge (GBC),
<http://www.greenbuilding.ca/down/gbc2002>

ITACA 2004, Grupo di lavoro interregionale in materia di BIOEDILIZIA,
<http://www.itaca.org>

LEED version 2.0, June 2001, U.S. Green Building Council, – Leadership in Energy & Environmental Design, Rating System , <http://www.usgbc.org>

CASBEE 2003, Institute for building Environment and Energy Conservation (IBEC).

Cuchí Alberto, Les restriccions en la mesura de la sostenibilitat. Un cas d'aplicació – I International Conferenze on Sustainability Measurement and Modelling ICSMM 06, Barcelona.

Cuchí Alberto, No published Document for the elaboration of Verde the building sustainability assessment tool for Spain, Barcelona, 2004.

Cuchí i Burgos Albert, Castelló i Cortina Daniel, Díez i Bernabé Glòria, Sagrera i Cuscó Albert, *Paràmetres de sostenibilitat*, ItEC-Institut de la Construcció de Catalunya, octubre 2003, Barcelona.

Meadows Donella, “*Indicators and information Systems for sustainable Development – a report to the Balaton group.*” The sustainability Institute, September 1999.

Bossel Hartmut, “*Indicators for sustainable development: Theory, Method, Applications - a report to the Balaton group*”, IISD-International Institute for Sustainable Development

OECD. Towards Sustainable Development – Indicators to measure progress – Rome Conference, OECD, 2000.

ISO – ISO/TC 59/ SC 17 N 61

CD 21929 Building construction – Sustainability in building construction – Sustainability Indicators, 2004,

ISO – ISO/TC 59/ SC 17 N 61

CD 21931 Building construction – Sustainability in building construction – Framework for assessment of environmental performance of building and constructed assets, 2004,

Anexo 2 – ponencia SB10MAdrid

Conclusiones sobre lo que pueden aportar unas herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental ya existentes para un sello de calidad ambiental en la rehabilitación de los hoteles y viviendas para Playa de Palma

Chiara Monterotti

Universitat Politècnica de Catalunya, Departament de Construcció 1, Barcelona, España

chiaramonterotti@hotmail.com

Gerardo Wadel

AUIA, Arquitectos, Urbanistas, Ingenieros Asociados / Societat Orgànica

gwadel@societatorganica.com

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación ha surgido en el marco del *Programa de rehabilitación sostenible de edificación de hoteles y viviendas en Playa de Palma* fomentado por el Consorci Platja de Palma, www.consorcioplayadepalma.es, que pretende reducir de un 50% el impacto (consumo de energía, de agua y de materiales y generación de residuos) de los hoteles y viviendas de Platja de Palma como resultado de la rehabilitación de sus edificios y de la adecuación de su gestión (1). El objetivo de la investigación ha sido detectar todas las características de interés de unos sistemas de evaluación de la sostenibilidad ambiental y de gestión ambiental seleccionados para aportar en el desarrollo de la herramienta y sello Platja de Palma (PdP). El marco teórico de esta investigación ha sido principalmente constituido por la tesis doctoral “análisis y propuestas para los sistemas de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios”, que se encuentra en la etapa final de su desarrollo, realizada por la misma autora de esta ponencia (2).

Definición de los criterios de selección

- Que la contabilización, registro, evaluación y calificación que realizan tenga en cuenta los vectores ambientales de energía, agua, materiales y residuos.
- Que sea capaz de construir un modelo de representación del perfil ambiental del edificio y/o sus actividades.
- Que sea adaptable a las características climáticas, geológicas, urbanas, edilicias, constructivas, sociales, de gestión, etc., del Área Urbana de Playa de Palma.
- Que permita, ayude o facilite la gestión, seguimiento y control administrativo y económico del ente responsable de la futura herramienta y sello Playa de Palma, el Consorci de Platja de Palma.
- Que se encuentre suficientemente difundido, entendiéndose por ello un ámbito geográfico al menos de escala regional, un contexto temporal de al menos cinco años y un mínimo conocimiento en el sector hotelero y residencial.
- Que esté respaldado por una organización pública o al menos de dirección colegiada.

- Que sea asequible –que pueda conseguirse o alcanzarse- sin grandes dificultades de acceso, de adaptación al contexto local, económicas, formativas, de disposición de tiempo, de complejidad técnica o administrativa, etc.
- Que colabore en el proceso de mejora ambiental sostenida, esto es en la reducción de los impactos ambientales (consumos de energía, agua, materiales y generación de residuos), proporcionando orientación y ayuda técnica al usuario o gestor.
- Que sea transparente respecto de los métodos, indicadores, cálculos, puntuación, categorías, valores, resultados, etc., que deban seguirse o elaborarse como parte de su ejecución.

Herramientas escogidas

Entre todas las herramientas existentes se ha optado por centrarse en el estudio de tres tipos de sistemas ambientales:

a) Herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios, entendidos como aquellos que permiten otorgar una categoría o valoración cuantitativa en función del impacto ambiental que su construcción y/o uso representa, comparada con estándares previamente establecidos:

- VERDE (5), metodología para la evaluación y certificación ambiental de edificios del *Green Building Council España*, organización autónoma afiliada a las asociaciones internacionales *World Green Building Council*, *WGBC*, e *International Initiative for Sustainable Built Environment - iiSBE*. Herramienta específicamente creada, diseñada y probada para a la evaluación ambiental de edificios en España, que incluye la cuantificación de su impacto ambiental.

- LEED 2009 (6), *The Leadership in Energy and Environmental Design* del *U.S. Green Building Council*. Herramienta de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios, muy conocida en todo el mundo, con planteamiento tipo check list.

b) Sistemas de gestión ambiental global, entendidos como aquellos que permiten definir un método o sistema de objetivos, contabilización, registro e información común para la evaluación de la repercusión ambiental de cualquier proyecto o actividad:

- El sistema de la norma ISO 14001 (*International Organization for Standardization, standard for environmental management systems*) (7). De gran difusión, junto con EMAS, en el sector hotelero y de la edificación en general.

- El sistema EMAS, *EcoManagement and Audit Écheme* (8). Sistema comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría – Reglamento (CE) nº 761/2001. De gran difusión, junto con ISO, en el sector hotelero y de la edificación en general.

c) Herramientas de certificación de calidad ambiental para hoteles, entendidos como aquellos que, mediante un protocolo común de evaluación, califican el cumplimiento de unas metas predeterminadas, ya sea en forma relativa o absoluta, parcial o total:

- ECOLABEL de la Unión Europea (9). Eco-etiqueta europea para servicios de alojamiento turístico, creada por decisión de la Comisión 2003/287/EC, de 14 de abril de 2003. De gran difusión, incluye una extensa guía de mejora.

- BIOSPHERE, del Sistema de Turismo Responsable (STR) del Instituto de Turismo Responsable (ITR) (10), entidad asociada a la UNESCO y a la Organización Mundial de Turismo (OMT), también miembro del Consejo de Acreditación en Turismo Sostenible (STSC) de las Naciones Unidas). De gran difusión en hoteles de todo el mundo.

2. CRITERIOS DE ANÁLISIS PARA LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA EDIFICACIÓN

Las herramientas anteriormente seleccionadas están constituidas esencialmente por sistemas de indicadores. Por indicadores se entiende mediciones, parámetros, cifras, detalles de un fenómeno que permiten visualizarlo y caracterizarlo en su globalidad, condensando la enorme complejidad de una realidad en una cantidad limitada de información comprensible. Por sistemas de indicadores (que son

una realidad distinta de una simple suma de indicadores) se entiende una selección de indicadores estructurada, donde están escogidos de manera de poder describir de manera satisfactoria el edificio en estudio. El análisis de las herramientas se ha apoyado sobre unos criterios, que intentan resumir las características que se consideran necesarias para su eficiencia en el objetivo de conducir el sector de la edificación hacia prácticas más sostenibles desde el punto de vista ambiental. Los primeros cinco quieren identificar con que eficiencia estas herramientas llevan hacia los objetivos de mejora ambiental, y el sexto criterio quiere identificar sobre que concepto implícito de sostenibilidad ambiental se sustentan estas herramientas (mayores explicaciones pueden encontrarse en los documentos (1), (2), (3) y (4) de la bibliografía. Estos criterios son:

Modelización – Este criterio pretende determinar si los indicadores están presentes en la cantidad mínima indispensable, si son todos útiles, si no se excluye ningún tema relevante y si aparecen todos los temas necesarios para poder ofrecer una visión adecuada de la situación.

Representatividad-Sensibilidad - Este criterio observa, a nivel de indicador, si la evaluación asignada es correcta y, a nivel de sistema, si el nivel de sostenibilidad del edificio que se está evaluando verdaderamente queda reflejado.

Viabilidad de uso - Este criterio pretende determinar si el sistema de indicadores es viable de utilizar en términos de tiempo e inversión financiera, o si se puede prever que el usuario de la herramienta tendrá que invertir una cantidad excesiva de recursos profesionales (lo que podría hacerlo fracasar).

Claridad - Este criterio evalúa la claridad de la herramienta respecto del tipo de usuario a qué está dirigida, el ámbito físico de aplicación y los objetivos ambientales cuyo cumplimiento se pretende evaluar.



Guía (el sistema entendido como ayuda para el mejoramiento de la calidad ambiental del edificio) - Este criterio verifica si la herramienta, en fase de proyecto, sugiere al usuario unas soluciones correctoras que propongan cómo mejorar las prestaciones ambientales del edificio, si son éstas económicamente viables y si el proceso de evaluación de la herramienta es transparente, de manera que se pueda identificar cuáles son los puntos débiles a corregir.

Cierre de los ciclos materiales (capacidad del modelo de sostenibilidad del edificio en el que se basa el sistema para cerrar sus ciclos materiales) - Este criterio evalúa la condición del cierre del ciclo de los materiales, cuyo cumplimiento garantizaría a las generaciones futuras disponer de, por lo menos, los mismos recursos que existen en la actualidad.

3. ANÁLISIS DE SISTEMAS AMBIENTALES

A continuación, por cada herramienta seleccionada, se determinan los aspectos que pueden contribuir o no la calidad del futuro sello Playa de Palma, determinados en base a los criterios descriptos anteriormente.

Análisis de las herramientas de certificación VERDE (2009) y LEED (2009). Especificación de su características a reproducir o no para el sello Playa de Palma

	<p>LEED. The Leadership in Energy and Environmental Design. U.S. Green Building Council. www.usgbc.org/LEED</p>		<p>VERDE. Metodología para la evaluación y certificación ambiental de edificios, US Green Building Council . www.gbce.es</p>
---	---	--	--

Características que se consideran no oportunas

- **La evaluación y calificación conjunta de aspectos no directamente relacionados con la sostenibilidad ambiental** (del edificio), el confort (del edificio) y la gestión ambiental (del edificio y sus actividades directa o indirectamente relacionadas), ya que pueden producirse interferencias entre unas y otras que afecten a la calificación final (por ejemplo y si se las considera de manera equivalente, podría ser que en una de ellas se obtenga una calificación muy alta, en otra una muy baja y en la restante una mediana, no siendo visible esta situación si el resultado final es una calificación media), Este tipo de evaluación múltiple, que se verifica en medida diferente en ambas herramientas, puede

realizarse de otra manera: mediante tres módulos independientes en evaluación y calificación, tal como se propone en el final de este documento.

- **Ausencia de algunos indicadores relevantes.** Por ejemplo, en LEED no se valora ni sugiere cómo obtener el confort mediante el uso de energía renovable (inercia térmica, ventilación natural, etc.). Otro ejemplo, en VERDE, es el caso de los indicadores sobre los impactos del suelo (uso, localización en áreas de alto o bajo impacto, etc.), aunque ello no es relevante en el caso de Playa de Palma por tratarse fundamentalmente de obras de rehabilitación que en principio no implican nuevas afectaciones de suelo.

- Aunque en un sello como el que se propone para Playa de Palma este aspecto puede estar cubierto por otros elementos (manuales de ayuda, una oficina de asistencia técnica, guías on-line que recojan la experiencia del sector, etc.), se incluye aquí la **ausencia de orientación sobre cuáles son las acciones correctivas más oportunas** en función de la relación beneficio ambiental / coste económico. Ninguna de las herramientas estudiadas ofrece orientación en tal sentido, algo que es de gran ayuda respecto de la viabilidad técnica y económica de la mejora ambiental del proyecto que se evalúa.

- Un edificio que obtiene **la máxima valoración puede no cerrar los ciclos de los materiales.** En LEED, aunque un edificio la obtenga no implica que se cierre el ciclo de los materiales en las fases de construcción, uso y derribo. En VERDE el usuario puede realizar una verificación a partir del nivel de emisiones alcanzado por el proyecto (si fuera cero los ciclos se cerrarían completamente), aunque el tema no se trata de forma expresa.

- **Ausencia de la función de guía.** Las herramientas analizadas tienen un gran potencial como guía para la mejora del proyecto, porque cada indicador puede aportar información sobre las acciones correctivas más ambientalmente sostenibles que podrían ponerse en marcha. Como principales ejemplos pueden citarse LEED y el sello ECOLABEL (que se analizará más adelante).

- **Falta de información sobre buenas prácticas** que sirvan como referencia de qué hacer, cómo hacerlo y qué resultados se obtienen en la práctica.

- **Coste y complejidad excesivos** para el uso de la herramienta. La dificultad para conseguir los datos a introducir en el VERDE, que no siempre se encuentran elaborados y disponibles en la documentación del proyecto, puede suponer una inversión económica de gran importancia.

- **Ausencia de indicadores o prerequisites que actúen como filtro.** Tanto en LEED como en VERDE no aparecen indicadores o prerequisites que impidan certificar edificios con usos o intervenciones contrarias a la sostenibilidad económica y social (como, por ejemplo, los destinados a la producción de armas, en los que intervenga el trabajo infantil, etc.).

- **Falta de adaptación a nuevos escenarios y/o cambios técnicos.** La puesta al día y la homogeneidad de evaluación de la herramienta respecto del avance de las técnicas, los sistemas, los materiales, etc. debería poder realizarse sin tener que esperar a una nueva versión.

Características que se consideran oportunas

- **Complementariedad entre *check list* de guía y evaluación cuantificada.** VERDE y LEED se complementan: el primero evalúa cuantitativamente los impactos, mientras que el segundo actúa como guía para su reducción. De esta manera se puede responder a la doble exigencia de sugerir los avances y evaluar si se cumplen y en qué medida el proyecto mejora.

- **Actuación en fase de proyecto.** LEED puede aplicarse en fase de proyecto básico. En el caso de VERDE su aplicación se sitúa en la fase de proyecto ejecutivo (cuando es difícil realizar modificaciones) y realiza un cálculo en valores absolutos de los impactos, que permite situar objetivamente eventuales mejoras en el proyecto e identificar objetivamente el nivel de sostenibilidad ambiental finalmente conseguido. Para VERDE ya se encuentra en elaboración un módulo de ayuda al desarrollo del proyecto desde sus inicios, que próximamente formará parte de la herramienta.

- **Adecuación del peso relativo de cada impacto a la realidad local.** Cuanto más reducido es el ámbito de aplicación de la herramienta (territorial, climático, tipológico, etc.), más útil y realista resulta el análisis. VERDE se puede transformar en un sistema local estableciendo el peso relativo que debe tener

cada indicador y grupo de indicadores a las condiciones locales, pero en LEED no es posible ninguna adaptación. Para la asignación de los pesos relativos de la futura herramienta PdP se deberán tener en cuenta los aspectos derivados de la localización insular: gestión de residuos, origen y externalización de impactos de fabricación del material de construcción y uso del agua.

- **Diferenciación de tipologías, usos y realidad geográfica.** VERDE, a través de un sistema de atribución de pesos relativos de sus indicadores, puede ser calibrado de acuerdo a la realidad local, teniendo en cuenta las peculiaridades de clima, cultura, aspectos sociales, económicos, técnicos y diferenciando el análisis por tipología de edificios (administrativos, residenciales permanentes, de alojamiento temporal, educativos, deportivos, etc.).

- **Indicadores que actúan como guía para la mejora ambiental.** LEED proporciona un ejemplo sobre cómo hacerlo: los indicadores ofrecen información técnica sobre cómo resolver de manera más sostenible los problemas encontrados. VERDE, tiene en elaboración un módulo de ayuda técnica para alcanzar buenos resultados ambientales que será de aplicación en paralelo con el desarrollo del proyecto.

- **Facilidad de uso, comprensión inmediata.** En general, la interfase de entrada de datos y de visualización de resultados debe tener en cuenta sobre todo el punto de vista de los usuarios. La representación gráfica debe ser clara y la búsqueda de información, rápida y sencilla.

- **Uso de una misma estructura para todos los indicadores,** que facilite el uso de la herramienta y la haga más manejable (como en LEED o en el sistema de sello ECOLABEL).

- **Requerimiento de información basada en la documentación de proyecto,** como en LEED. Si los indicadores piden datos que ya se encuentra disponible en la documentación del proyecto, habrá ahorro de tiempo y dinero. Lo óptimo sería que los datos no necesitaran una elaboración ulterior.

- **Incorporar la fase de uso de los edificios,** o al menos incidir en ella. En el caso de las emisiones de CO₂, entre un 50% y un 70% de las generadas a lo largo del ciclo de vida corresponden a la fase de uso. Se recomienda introducir indicadores para monitorizar y controlar los flujos de recursos y residuos en fase de uso, que ayuden a moderar su consumo así como la generación de residuos. O, si esto no fuera posible en la práctica, establecer compromisos como por ejemplo un *Manual ambiental de uso del edificio* que determine la mejor gestión posible desde el punto de vista ambiental.



- **Eficiencia del sistema *check list*** por transparencia y transmisibilidad. En los sistemas *check list* se otorgan puntos a acciones concretas, que se van sumando y en tal sentido LEED es un ejemplo. Los indicadores están pensados más para actuar sobre la causa que para evaluar la consecuencia del impacto. Es importante que el *check-list* esté siempre respaldado por instrumentos de análisis tan exhaustivo como cualquier otra herramienta solvente, que avalen cada una de sus puntuaciones, repercusiones, etc., para que si bien la complejidad esté ausente en la aplicación final de la herramienta, ésta no pierda rigor y eficacia.

- **Tener en cuenta todo el ciclo de vida del edificio.** Si bien ninguna de las herramientas analizadas (tampoco las que siguen a continuación) es totalmente completa bajo este enfoque, la consideración del ciclo de vida es imprescindible. El sello Playa de Palma debería incluir indicadores sobre agua, energía, materiales, residuos sólidos, emisiones al aire, etc., en las fases de extracción y fabricación de materiales y uso principalmente, por ser las de mayor importancia en el impacto ambiental global. Y también debería incluir las fases de transporte, construcción, mantenimiento y, finalmente, derribo, que dadas las dificultades prácticas que existen para su cuantificación, podrían ser evaluadas mediante un *check list* capaz de determinar cuánto se acercan o no a las buenas prácticas que puedan definirse como referencias (por ejemplo, qué materiales y en qué proporción respecto del total son de origen local, para evaluar la repercusión de la fase de transporte).

- El futuro sello de PdP debe verificar que, de acuerdo con los objetivos del proyecto la reducción del 50% de impacto ambiental, debe alcanzarse en forma directa en las operaciones de rehabilitación. No obstante y dado el carácter amplio de la evaluación realizada a efectos ilustrativos se reseña que, frente a otros casos, podría ser de interés incluir **indicadores de compensación de impactos**, como por ejemplo la posible neutralización de parte de las emisiones de CO₂, algo no contemplado en los sistemas analizados.

- Una distribución de **repercusión no coherente** con las exigencias de la sostenibilidad. Aunque ninguna de las dos herramientas lo presente de manera contundente, se quiere hacer notar que hay que evitar la situación en que la cantidad de créditos disponibles puede estar distribuida de forma no equitativa. Por ejemplo, esta repartición puede ser desproporcionada respecto de la inversión económica necesaria para cada aspecto valorado.
- **Redundancia** de temas. Aunque ninguna de las dos herramientas lo presente de manera contundente, se quiere hacer notar que hay que evitar la situación en que algunos indicadores requieran la misma información que otros, causando una mayor carga de trabajo, restando agilidad y atractivo al uso de la herramienta.

Análisis de los sistemas de gestión ambiental ISO 14001 y EMAS

	ISO 14001, International Organization for Standardization, www.iso.org		EMAS, EcoManagement and Audit Échème. ec.europa.eu/environment/emas
---	---	---	---

Los requisitos del EMAS y los requisitos del ISO 14001, muy similares entre ellos, comparten como función la evaluación, documentación y mejora continua de las medidas medioambientales de las empresas y organizaciones, mediante:

- La implantación de Sistemas de Gestión Medioambiental.
- La evaluación sistemática, objetiva y periódica del funcionamiento de los sistemas de gestión.
- La difusión del comportamiento ambiental de la organización.
- El diálogo abierto con el público y otras partes interesadas.
- La formación del personal de la organización, de forma profesional y permanente, que conlleve a la implicación activa en la mejora medioambiental.

Asimismo, tanto respecto de EMAS como de ISO 14001 cabe destacar los siguientes aspectos:

- Las empresas que quieren aspirar a la certificación deben intentar alcanzar una mejora continua de su comportamiento medioambiental cumpliendo con los criterios de *Gestión General* (en ellos especificados).
- No pueden reemplazar las obligaciones normativas.
- Se basan en la aplicación voluntaria.
- Su introducción es compleja y costosa.

Aspectos realmente certificados por ISO 14001 y EMAS

EMAS e ISO 14001 son métodos de gestión y control. Ayudan a la obtención de los objetivos medioambientales que la misma organización se fija (que pueden ser muy o poco exigentes respecto de la reducción de sus problemas ambientales, muy o poco relevantes respecto de las demandas físicas de la sostenibilidad, etc.) y además no ofrecen posibles acciones correctivas. No proporcionan métodos para el análisis de la sostenibilidad ambiental del edificio ni de las actividades que éste alberga.

La ambición de los objetivos está definida por la misma organización en proceso de certificación y puede ser que no se tengan en cuenta factores con alto impacto ambiental. Qué es y qué deja de ser un objetivo ambiental relevante depende en buena medida de la propia organización.

Las acciones correctivas se extraen de leyes y normativas relativas a cada impacto posible identificado en la organización. En consecuencia, si el marco legal vigente no recoge los principales problemas ambientales a considerar, los sistemas EMAS e ISO 14001 tampoco lo harán.

Que una actividad posea estas certificaciones no significa que tenga un buen comportamiento ambiental, porque la certificación no necesariamente tiene en cuenta el flujo de recursos afectados y de residuos generados (como sí intentan hacerlo los sistemas VERDE y LEED).



Obtener estas certificaciones sí significa que la organización tiene un seguimiento ordenado de su comportamiento ambiental en el tiempo -un sistema de contabilización y registro- y unos objetivos así como también una política ambiental que se apoya en la legislación ambiental. Qué aspectos de la organización están incluidos en esta política ambiental es algo que puede decidirse a voluntad.

Características de ISO 14001 y EMAS interesantes para la herramienta Playa de Palma

Se considera útil introducir en la herramienta Playa de Palma los siguientes conceptos de EMAS e ISO 14001, ya que ni VERDE ni LEED los contemplan.

- Comunicar la política ambiental a todas las personas que trabajan en el hotel.
- Hacer que la política ambiental esté a disposición del público.
- Incluir un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación.

Análisis de Sistemas de certificación de calidad ambiental de hoteles ECOLABEL y BIOSPHERE

	<p>ECOLABEL. Ecoetiqueta de la Unión Europea para servicios de alojamiento turístico, creada por decisión de la Comisión 2003/287/EC, de 14 de abril de 2003. www.traintoecolabel.org</p>		<p>BIOSPHERE, Instituto de Turismo Responsable (ITR), entidad asociada a la UNESCO y a la Organización Mundial de Turismo (OMT). www.turismoresponsable.org</p>
--	--	---	---

ECOLABEL

ECOLABEL es una certificación europea que ayuda a alcanzar y mantener una determinada calidad medioambiental. Ayuda a los alojamientos turísticos a reducir su consumo de energía y agua, a disminuir la emisión de residuos y sustancias contaminantes, y a utilizar principalmente productos locales y materiales naturales. Es una herramienta voluntaria que se aplica a productos y servicios, con difusión y reconocimiento internacional con objetivo de desarrollar y difundir un programa de formación e información medioambiental basado en una página Web para a) gestores, b) empleados y c) huéspedes de alojamientos.

Aspectos de ECOLABEL interesantes para la herramienta y sello PdP

- La totalidad de los indicadores tiene como objetivo incrementar la calidad ambiental del alojamiento turístico.
- Con la excepción del agua y la energía, los demás indicadores actúan en fase de uso y se basan más en una buena gestión que en las instalaciones.
- Es muy fácil introducir los datos requeridos porque normalmente están en la documentación de proyecto. No se necesitan cálculos ni procesamiento.
- Los indicadores son claros, fáciles de entender y de contestar. Mantienen un mismo formato y resulta sencillo moverse de uno a otro.
- Cada indicador, mediante links, ofrece mucha información de cara a entender los problemas ambientales y para formular acciones correctivas.
- Por tratarse de un *check list*, la transparencia de la asignación de la puntuación en cada indicador y la puntuación final son destacables.
- Las opciones correctivas propuestas son económicamente viables aunque no se las ordena según la relación coste económico/beneficio ambiental.

- La tecnología actual permite obtener la máxima calificación.
- Es destacable la intención de prevenir los impactos ambientales mediante la formación y la concienciación, sin limitarse solamente a calcular sus efectos.

BIOSPHERE

BIOSPHERE es una certificación internacional que orienta a los hoteles hacia la sostenibilidad, considerando los factores ambientales, sociales, culturales y económicos. Se centra en: política de turismo responsable, conservación y mejora del patrimonio natural, cultural y paisajístico, contribución al desarrollo económico y social del destino, conservación del medio ambiente y satisfacción del cliente y su implicación en el sistema de turismo responsable. En cuanto a medio ambiente dispone de exigencias sobre: ahorro y control energético, gestión del agua, gestión de residuos, consumo de recursos, control de emisiones atmosféricas, protección del suelo y limitación de ruido. Además, pretende aumentar la eficiencia y disminuir los costes de gestión del establecimiento, potenciar los valores del entorno y ofrecer al visitante un producto, la sostenibilidad aplicada al turismo, que cuenta ya con demanda.

Aspectos de BIOSPHERE interesantes para la herramienta y sello PdP

- Sus ámbitos de actuación tienen un alcance más amplio del que se plantea en las herramientas VERDE o LEED. Considera la sostenibilidad ambiental, sin abordarla en profundidad ni determinar una metodología precisa para la evaluación de los impactos, y si abre también a la sostenibilidad económica y social.
- Su abordaje de la sostenibilidad es global, cuida mucho las implicaciones sociales y económicas relativas a los edificios de los hoteles y sus actividades, que abarcan desde el cuidado de la estética del paisaje hasta una actitud socialmente responsable con los empleados.
- Está dirigido más a gestores de hotel que a los técnicos que intervienen en el proyecto o en la rehabilitación del edificio.
- Está organizado a partir de requerimientos y no de indicadores. No hay puntuación ni se especifican qué resultados (de ahorro energético, de consumo de agua, etc.) que es necesario alcanzar o que se alcanzan cuando se obtiene la certificación.
- Incluye aspectos que no necesariamente tienen relación con la sostenibilidad física, como el cuidado del patrimonio cultural local.
- De los cinco ámbitos abordados sólo *Conservación ambiental* tiene como objetivo evaluar la calidad ambiental. Siete de ocho requerimientos (dejando de lado la acústica) están enfocados casi exclusivamente desde la gestión, puesto que sus exigencias no alcanzan la fase de proyecto.
- Desarrolla adecuadamente la función de guía de ayuda para el cumplimiento de las metas propuestas por el sistema.

4. CONCLUSIONES SOBRE LAS APORTACIONES DE LAS HERRAMIENTAS ANALIZADAS PARA EL SELLO PLAYA DE PALMA

A partir del análisis anterior, se realizan recomendaciones para la determinación de la futura herramienta de ayuda y certificación ambiental de edificios PdP. La elaboración del Sello de Playa de Palma debería tener en cuenta las conclusiones y propuestas que surgen del análisis realizado sobre a) herramientas de calificación y certificación ambiental de edificios (VERDE y LEED), b) sistemas de gestión ambiental global (ISO 14001 y EMAS) y c) sellos de calidad ambiental para hoteles (ECOLABEL y BIOSPHERE). A efectos de facilitar la comprensión de las conclusiones y propuestas que se exponen, éstas siguen el orden del análisis de sistemas ambientales desarrollado.

Conclusiones y propuestas a partir de VERDE y LEED

VERDE tiene la capacidad de evaluar el impacto, el efecto, mientras que LEED trabaja sobre las causas que lo provocan. Las dos acciones son necesarias para que la herramienta de Playa de Palma haga posible una reducción del 50% del impacto ambiental de los edificios rehabilitados. Realizar un sello específico para Playa de Palma tiene la ventaja de que se puede ajustar mucho a la situación real, ya que se conocen factores muy importantes para la calidad ambiental de un edificio, como la realidad territorial con sus características climáticas, la tipología edificatoria y las tecnologías disponibles. Para determinar los mínimos y máximos de los rangos de indicadores podrían escogerse un hotel y un edificio de viviendas de referencia. En primer lugar no se les aplicaría ninguna mejora y, en segundo lugar, se les aplicarían todas las mejoras posibles. Los resultados obtenidos en una y otra situación podrían entenderse como los valores mínimos y máximos entre los que pueden situarse los distintos niveles de calificaciones. En el ámbito de los hoteles, dadas las singularidades que cada caso puede presentar se plantea la necesidad definir una doble referencia de evaluación: por una parte respecto de su propia situación (autobenchmark) y, por la otra, respecto de las mejores prácticas del sector (benchmark).

El sello de Playa de Palma podría tomar como base VERDE, adaptándolo a:

- Las tipologías de edificios de hotel y residenciales.
- Las condiciones y exigencias locales de Playa de Palma.
- La consideración de la fase de uso.
- La función de guía de mejora, actuando a lo largo del desarrollo del proyecto.

Utilizar VERDE como sistema base es razonable, ya que es la única herramienta entre las analizadas que:

- Ha sido pensada para España y puede adaptarse a situaciones locales.
- Calcula y ofrece valores de impacto ambiental en diferentes indicadores, algo que es indispensable para poder verificar si se cumplen los objetivos de reducción del 50% previstos en documento marco *Programa de rehabilitación sostenible de edificación de hoteles y viviendas en Playa de Palma* (consumo de energía, agua, materiales y en generación de residuos sólidos y emisiones de CO₂ entre la situación preexistente y el edificio una vez rehabilitado).

En cualquier caso se considera que sería adecuado tener en cuenta las siguientes propuestas específicas:

- La hoja de materiales Mat2, que pide algunos datos de difícil obtención si no se emplea el programa TCQ 2000 (cuya disposición podría gestionarse), podría limitarse a los capítulos de mayor repercusión, evaluando, por ejemplo, los materiales de las instalaciones mediante un *check list*.
- Para salvaguardar la evaluación independiente de la sostenibilidad ambiental (consumo de recursos y generación de residuos del edificio) respecto del confort (confort térmico, calidad del aire, acústica, iluminación interior, etc. del edificio) y de la gestión ambiental (del edificio y de las actividades directa e indirectamente relacionadas, involucrando a las personas y a los servicios afectados), cada uno de estos apartados podría analizarse y evaluarse en módulos complementarios e independientes entre sí.
- Podrían diferenciarse más las fases de construcción y uso, para facilitar la comprensión sobre dónde se producen los impactos y cómo disminuirlos y, además, para asumir la idea y la importancia de considerar el ciclo de vida.
- Teniendo en cuenta la condición insular, se debería asignar particular importancia a los factores: a) producción de residuos, que puede resultar de difícil gestión en el entorno local, b) origen de los materiales, que si no es local puede generar gran impacto de transporte así como externalizar los de extracción y/o fabricación hacia otros territorios y c) uso del agua, un bien particularmente escaso ya que parte de ella proviene de otros territorios.

En cuanto a LEED, podría tenerse en cuenta especialmente su capacidad de guiar quien interviene en el proyecto hacia las decisiones más adecuadas desde el punto de vista ambiental, algo que también hace el sello ambiental ECOLABEL a través de un sistema de links de gran utilidad y calidad.

Conclusiones y propuestas a partir de ISO 14001 y EMAS

Se rescatan unos conceptos habitualmente no presentes en las herramientas de evaluación ambiental de la edificación, entre ellos:

- La política ambiental tiene que incluir un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación.
- La política ambiental tiene que ser comunicada a todas las personas que trabajan en la organización.
- La política ambiental tiene que estar a disposición del público.

Y también la consideración de la fase de uso de los edificios, de gran repercusión en el impacto ambiental de su ciclo de vida. Precisamente, lo que realmente certifican tanto ISO 14001 como EMAS es el seguimiento y la medición de forma regular de las operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente. No obstante cabe recordar que para conseguir esta reducción se deben establecer unos objetivos y metas de mejora continua que, en la práctica, varían tanto de organización en organización que resulta difícil y hasta imposible poder realizar comparaciones o elaborar estándares de referencia. Esto es una gran falencia. Y, aún más, es posible que tales objetivos sean escasos o nulamente relevantes para las demandas de la sostenibilidad ambiental (por ejemplo, el cierre del ciclo de los materiales).

Conclusiones y propuestas a partir de ECOLABEL y BIOSPHERE

Las dos herramientas, diferentes entre ellas, pueden ser una valiosa fuente de inspiración para un check list de apoyo para la fase de uso de los hoteles.

De ECOLABEL es importante rescatar:

- La estructura *check list* de los indicadores, con nivel de claridad y viabilidad. Cada indicador sigue el mismo formato, a partir de una hoja principal acompañada de *links* que contienen información útil y exhaustiva.
- El objetivo de desarrollo y la difusión de un programa de formación e información medioambiental basado en una página web, para gestores y empleados.
- La intención de prevenir impactos ambientales formando y fomentando la sensibilidad ambiental a los principales actores de la actividad productiva (incluidos los clientes), sin limitarse sólo a calcular sus efectos.

De BIOSPHERE es importante rescatar:

- Aunque no es un objetivo del futuro Sello PdP, la inspiración completa y coherente que ofrece sobre aspectos de sostenibilidad social y económica en la fase de uso y gestión del hotel.
- El adecuado desarrollo de la función de guía.
- El propósito de conseguir una actitud responsable por parte de la empresa y de influenciar sobre el cliente para que adopte una actitud más sostenible.

5. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA GESTIÓN PÚBLICA A TENER EN CUENTA EN EL DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA PLAYA DE PALMA

Desde el punto de vista de la gestión del Consorci de Platja de Palma, la herramienta PdP podría, además de asegurar la calidad ambiental de los edificios y/o las actividades que albergan, ser un instrumento que permita asignar con eficiencia fondos y ayudas públicas para la rehabilitación en función de las mejoras ambientales que se consigan. De tal forma será necesario tener presente:

- La necesidad de realizar formación de formadores (indirecta) así como formación de técnicos y usuarios (directa) sobre el uso y la gestión de la herramienta, de cara a su aplicación sistemática en numerosos proyectos.

- La necesidad de contar con un equipo técnico responsable de las incidencias, el mantenimiento, la actualización, el asesoramiento al usuario y otros aspectos.
- La posible relación que el sello deberá mantener con entornos legales, operativos, económicos, etc.: la normativa de construcción (CTE, EHE), los programas informáticos directamente asociados (LIDER, CALENER), otros programas que pudieran ser necesarios (TCQ 2000), los sistemas de ayuda económica para la mejora ambiental de la Administración pública y las instituciones que tienen capacidad de definir el marco de gestión de los recursos o residuos en Mallorca (ej.: EMAYA o Mac Insular, etc.).
- Las dificultades que algún caso se pueden presentar para alcanzar mejoras ambientales (limitaciones patrimoniales o urbanísticas, dificultades de acceso a las energías renovables, otras condiciones del solar, etc.).
- El seguimiento y control que sobre la gestión de recursos y residuos de los edificios y las actividades que albergan debería poderse realizar una vez el sello ha sido otorgado y/o los fondos o ayudas han sido concedidos.
- La relación entre el funcionamiento del sello respecto de la gestión administrativa, por ejemplo, del Consorci de Platja de Palma en relación a la gestión de proyectos y ayudas económicas, los ayuntamientos de Palma y Lluçmajor en la concesión de licencias de obra, el Colegio Oficial de Arquitectos de las Islas Baleares en cuanto al visado de proyecto, etc.
- La relación entre la asignación de ayudas públicas y la máxima disminución de impacto ambiental a escala urbana, determinando qué proyectos, líneas de acción, etc., presentan la mejor relación coste económico / beneficio ambiental.

6. LA HERRAMIENTA QUE SE PROPONE REALIZAR PARA PLAYA DE PALMA

En conclusión, se propone realizar una herramienta que contemple las fases a) de desarrollo de proyecto, b) de proyecto ejecutivo y c) de uso, de la siguiente manera:

a) En fase de desarrollo de proyecto

- Establecer unos prerequisites (que serán obligatorios y por tanto no influirán en la nota final) que desarrollen la función de filtros éticos y no permitan otorgar la certificación si no se cumplen criterios de sostenibilidad social o económica.
- Realizar un *check list* que actúe como guía (las referencias son LEED y ECOLABEL) que identifique con transparencia los fallos, sugiera cuáles son las posibles acciones correctivas y finalmente las explique a nivel técnico con sus implicaciones ambientales y sociales, priorizando las que tienen mejor relación beneficio ambiental / coste económico. Tiene que ser consultable con agilidad y debería actualizarse periódicamente. Sus usuarios serán los profesionales implicados en el proyecto.

b) En fase de proyecto ejecutivo

- Realizar, basándose en VERDE, una herramienta adaptada a las características locales que sea capaz de calcular en forma rigurosa los impactos ambientales en el consumo de energía, de agua y de materiales así como generación de residuos sólidos y emisiones de CO₂, por ser ésta la única manera de poder verificar el objetivo de reducción del 50% entre la situación preexistente y el edificio una vez rehabilitado.

Sus resultados tendrían que mostrar los impactos que se producen a lo largo del ciclo de vida (se recomienda profundizar en las fases de extracción y fabricación de materiales y en la de uso, que es donde se concentra hasta un 95% del impacto ambiental, de acuerdo con las experiencias relevadas respecto de consumo de energía o emisiones de CO₂). En general se recomienda simplificar su uso y aumentar su transparencia. Su usuario será el certificador.

c) En fase de uso

- Realizar un *check list* que actúe como guía y verificación del compromiso que debería establecerse para asegurar la mejor gestión ambiental posible en la etapa de uso. Estaría dedicado a factores tales

como a) la eficiencia energética y la optimización del uso del agua asociada a la utilización y el mantenimiento de las instalaciones, b) la durabilidad y el mantenimiento de los materiales empleados en las soluciones constructivas y c) la gestión de los residuos para su minimización, reutilización y reciclaje. Se propone que la realización del *check list* acabe en la formalización de un documento: el Manual Ambiental de Uso del Edificio que puede formar parte del *Libro del Edificio* exigido por la LOE y el CTE. La herramienta tendría que exigir su realización y su compromiso de futura aplicación.

Propuesta de Sello PdP con evaluación y calificación independiente de sostenibilidad ambiental, calidad ambiental interior y gestión ambiental:

Se recomienda que la evaluación y la certificación de los tres factores sean independientes para evitar la distorsión de la representatividad de la nota final. La siguiente es una forma de presentar la evaluación muy novedosa, que permite una visión más correcta y coherente sobre las prestaciones de los edificios en los tres importantes aspectos mencionados.

SELLO PdP		
C	A	B
Sostenibilidad Ambiental	Calidad ambiental interior	Gestión ambiental

7. BIBLIOGRAFÍA

(1) Monterotti C., Wadel G. (Societat Orgànica), Álvarez-Ude L. (AUIA - Arquitectos, Urbanistas, Ingenieros Asociados): "Análisis de sistemas de certificación de edificios, de sellos de calidad y de sistemas de gestión ambiental - Propuestas para la elaboración de la herramienta de evaluación y ayuda sobre sostenibilidad de los edificios para el Sello Ambiental de Playa de Palma (PdP)". Noviembre de 2009. Para consultar el documento es posible dirigirse al consorci Platja de Palma, www.consorcioplayadepalma.es.

(2) C. Monterotti, A. Cuchí, tesis doctoral: "análisis y propuestas para los sistemas de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios", Universitat Politècnica de Catalunya, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Esta tesis podrá encontrarse en la pagina web de la Universitat Politècnica de Catalunya a partir de principios del 2011, www.tesisenxarxa.net.

(3) C. Monterotti, A. Cuchí, "Some observation about the efficiency of building sustainability assessment tools", Portugal SB07, Sustainable Construction, Materials and Practices, IOS Press, 2007, p. 305-309.

(4) A. Cuchí, "Les restriccions en la mesura de la sostenibilitat, Un cas d'aplicació", I International Conference on Sustainability Measurement and Modelling". Internacional Center of Numerical methods in Engineering (CIMNE), 2006, P.1-6.

(5) VERDE 2009, GBC España, <http://www.gbce.es>

(6) LEED 2009, U.S. Green Building Council, <http://www.usgbc.org>

(7) ISO 14001, Internacional Organization for Standardization, <http://www.aenor.es>

(8) EMAS, EcoManagement and audit. Écheme, <http://ec.europa.eu/environment/emas>

(9) ECOLABEL, Proyecto europeo, <http://www.traintoecolabel.org>

(10) BIOSPHERE, Instituto de Turismo Responsable, <http://www.turismoresponsable.org>

(11) CALIDAD TURÍSTICA, Instituto para la Calidad Turística Española, <http://www.calidadturistica.es>. Aunque no se hayan encontrado aportaciones importantes para el sello PdP, la nombramos por haber sido consultada.




(12) G. Wadel, F. López, A. Sagraera, X. Prat, C. Monterotti (Societat Orgànica), “Rehabilitación de edificios bajo objetivos de reducción de impacto ambiental: dos casos piloto de vivienda y hotel en el área de Playa de Palma, Mallorca”. SB10mad - Sustainable Building Conference, <http://www.sb10mad.com>. Ponencia de este mismo congreso cuya información completa este documento.

(13) X. Prat, G. Wadel (Societat Orgànica), “La experiencia de rehabilitación de viviendas en España bajo parámetros ambientales. Un estado del arte”. SB10mad - Sustainable Building Conference, <http://www.sb10mad.com>. Ponencia de este mismo congreso cuya información completa este documento.

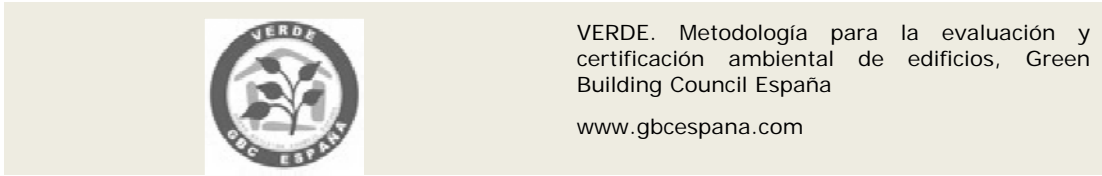
Anexo 3 Aplicación

En el documento *Análisis de sistemas de certificación de edificios, de sellos de calidad y de sistemas de gestión ambiental propuestas para la elaboración de la herramienta de evaluación y ayuda sobre sostenibilidad de los edificios para el sello ambiental de Playa de Palma (PdP)*, los criterio y subcriterios de análisis para herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios descritos en el capítulo 3 han sido aplicados a las herramientas LEED 2009, Verde beta_6, Verde Junio 2009. Esto con el objetivo de determinar qué pueden aportar para la realización de una herramienta y sello Playa de Palma (PdP) donde se pretende reducir un 50% el impacto (consumo de energía, de agua y de materiales y generación de residuos) de los hoteles y viviendas de Playa de Palma como resultado de los procesos de rehabilitación de sus edificios y de adecuación de su gestión posterior.

Análisis de las herramientas VERDE beta_6, VERDE Junio 2009 y LEED por cada indicador, con la ayuda de unas matrices, donde se asigna una evaluación diferenciada con colores:

-  Arancio = negativo
-  Verde = aceptable
-  Lila = positivo

Análisis de los indicadores del Verde beta_6



	Modelización		Representatividad		Viabilidad de uso				Sistema como guía					
	M1	M2	S1	S2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
<p>VERDE beta_06n</p> <p>A Elección del lugar, Planeamiento y desarrollo del proyecto</p> <p>A1.8 Uso de árboles para crear áreas de sombra</p> <p>A1.9 Uso de plantas autóctonas</p> <p>A2.1 Orientación del edificio para maximizar el aprovechamiento solar</p> <p>A2.3 Derecho al sol (edificios colindantes)</p> <p>A2.5 Efecto isla de calor a la altura del suelo</p> <p>A2.6 Efecto isla de calor a la altura de la cubierta</p> <p>A3.1 Viabilidad de instalación de un sistema de tratamientos de aguas</p> <p>A3.4 Contaminación lumínica</p> <p>A3.5 Sistema de reciclaje de residuos en la comunidad o proyecto</p> <p>B Energía y atmósfera (¿Se utilizan todas predicciones. Son todas obligatorias por normativa?)</p> <p>B1.1 Reducción de la energía no renovable y de energía primaria en los materiales de construcción, mediante la utilización de materiales recuperados, reciclados y reciclables al final del ciclo de vida.</p> <p>B1.2 Reducción de la energía no renovable usada para el transporte de los materiales de construcción. Uso de productos locales.</p> <p>USO B1.3 Reducción del consumo de energía no renovable mediante la reducción de la demanda y la eficiencia de los sistemas.</p> <p>USO B2 Reducción de la demanda energía eléctrica en la fase de uso.</p> <p>B3.1 Uso de energía renovable generada fuera de la parcela.</p> <p>B3.2 Suministro de energía renovable producida en la parcela.</p> <p>B4.1 Emisiones de sustancias que reducen el ozono Estratosférico.</p> <p>B4.2 Emisiones de sustancias foto-oxidantes.</p> <p>C Agua Potable (va todo sobre la reducción del consumo)</p> <p>C1 Medidas aplicadas para reducir el consumo de agua potable para satisfacer las necesidades de los ocupantes.</p> <p>C2 Medidas aplicadas para maximizar la retención de agua de lluvia para su reutilización</p> <p>C3 Diseño de un sistema hidrico separativo.</p> <p>C4 Instalación de un sistema de control del consumo</p> <p>D Materiales (Calculo realizado a partir de los datos introducidos en la hoja de materiales)</p> <p>D1 Reutilización de materiales.</p> <p>D2 Uso de materiales reciclados.</p> <p>D3 Uso de productos con certificación ecológica.</p> <p>D4 Diseño para el desmontaje, reutilización y reciclado.</p> <p>D5 Uso de materiales prefabricados o industrializados.</p>														

E Calidad ambiental interior (los indicadores en rojo no tendrían que estar aquí...)												
E1.1	Reducción de la contaminación del aire interior producida por los materiales de acabado.	salud humana			salubridad local						implícitamente	
E2.1	Ventilación natural en las áreas de ocupación primaria.										implícitamente	
E3.1	Confort térmico en los espacios con ventilación natural.	confort			confort							
E4.1	Atenuación del ruido a través de la envolvente y zonas de ocupación primaria				confort	?						mejora el confort
E4.2	Transmisión de ruido de las salas de máquinas a las zonas de ocupación primaria				confort	?						mejora el confort
E5.1	Iluminación natural en los espacios de ocupación primaria.		diferente de A2.3	?	confort	el Verde lo calcula a través de la introducción de unos datos						
F Calidad del servicio (indicadores evaluados cualitativamente, algunos bien hechos)												
F4.1	Posibilidad de modificación de las instalaciones técnicas en el edificio.										implícitamente	minimamente
F4.2	Adaptabilidad de los espacios. Limitaciones impuestas por la estructura.					muy subjetivo						
F4.3	Adaptabilidad de los espacios. Limitaciones impuestas por la altura de los pisos.										implícitamente	
F4.4	Adaptabilidad de los espacios. Limitaciones impuestas por las fachadas y las instalaciones técnicas.					muy subjetivo						
F4.5	Adaptabilidad a cambios futuros en el tipo de suministro energético.					muy subjetivo						
F6.1	Mantenimiento de las características termo-higrométricas de la envolvente.	?										
F6.2	Desarrollo e implementación de un plan de gestión de mantenimiento.					muy subjetivo						
F6.3	Monitorización y control del edificio durante el uso.											
F6.4	Eliminación, previa a la ocupación del edificio, de los contaminantes emitidos por materiales nuevos de acabados interiores.	salud humana										
G Aspectos sociales y económicos (estos indicadores tendrían que hacer parte de otro sistema de evaluación)												
G1.1	Minimización de accidentes en la fase de construcción											
G1.2	Acceso para personas discapacitadas											
G1.3	Acceso a espacios abiertos en la vivienda (radiación solar 2h día en invierno).		A2.3									
G2.2	Medidas aplicadas para minimizar el coste de construcción	sost. económica				ahorro económico						
G2.3	Medidas aplicadas para minimizar el coste de mantenimiento.	sost. económica	B1.3, B2			ahorro económico						
G2.4	Medidas aplicadas para incentivar la venta o alquiler.	sost. económica				ahorro económico						

Modelización

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?

35 indicadores sobre 47 tienen relación con la sostenibilidad ambiental, 3 parcialmente, porque se ocupan de salud humana, y 9 indicadores pertenecen a otros ámbitos, como calidad ambiental interior, sostenibilidad económica.

Se trata de aspectos importantes, a tener en cuenta en una evaluación de proyecto, pero que deberían tener lugar en forma separada del análisis y evaluación de sostenibilidad ambiental. No es que carezcan de importancia, sino que su presencia dentro de la herramienta no debe interferir con la evaluación y la calificación del apartado mencionado, ya que mezclando conceptos diferentes la nota final se convierte en un híbrido, donde buenos resultados de calidad ambiental interior podrían esconder, una mala gestión de los flujos de los recursos (recursos materiales, agua, suelo).

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

Se puede constatar que 7 indicadores tratan temas ya contenidos en otros, por ejemplo el A2.3 y el G1.3 se ocupan ambos de entrada de radiación solar en el edificio (aunque con matices diferentes), por eso de dos se podría hacer un solo indicador que abarque todos los matices.

A3.1 pide si:

- los edificios están provistos de agua potable,
- si hay una buena gestión de las aguas superficiales,

c. se asegura la protección de los acuíferos de la contaminación debida al uso del edificio

d. si se ha provisto de un sistema separativo.

C2, pide qué medidas se han aplicado para maximizar la retención de agua de lluvia para su reutilización, repitiendo el ámbito de interés del punto "b" anterior; y C3 si hay un sistema hídrico separativo, repitiendo el punto "d" anterior. C4, que verifica la instalación de sistemas de control de consumo de agua, se sobrepone con una parte de la mejor práctica del C3, donde se otorgan 5 puntos si, entre otras condiciones, existen contadores individuales para el consumo del agua.

Los indicadores B1.1 (*"reducción de la energía no renovable y de energía primaria en los materiales de construcción, mediante la utilización de materiales recuperados, reciclables al final del ciclo de vida"*.) y B1.2 (*Porcentaje en peso, de materiales producidos en un radio de 200 m de la obra.*) deberían estar en el área de interés Materiales y no Energía como ahora.

Representatividad-Sensibilidad

S1 ¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con un esfuerzo proporcional? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?

Máximos y mínimos son aceptables, aparte del indicador C3, donde los consumos considerados aceptables para obtener las notas son poco exigentes. El esfuerzo para pasar de una puntuación a la otra es siempre matemáticamente proporcional. El rango se calcula automáticamente a partir de los datos.

S2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: mayor coste económico = mejor evaluación; 2. ahorro ambiental: máximo ahorro ambiental = mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

La escala de 0 a 5 se basa siempre sobre la segunda opción, o sea el máximo ahorro ambiental y no en la relación entre ahorro ambiental e inversión económica. Eso es lo que normalmente pasa en este tipo de herramientas.

Viabilidad

V1 Disponibilidad de la información necesaria:

1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; **2.** Es necesario buscarlos en el documento; **3.** Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; **4.** Hay que buscarlos fuera del proyecto.

En 32 indicadores sobre 47 los datos requeridos para contestar al indicador se encuentran juntos en un mismo documento de proyecto. En 14 casos es necesario buscar los datos a lo largo de un mismo documento, que es un proceso más largo pero igualmente aceptable. En la mayoría de los casos los datos insertados vienen procesados automáticamente por Verde para obtener la evaluación. En un caso hay que buscar los datos fuera de los documentos de proyecto.

V2 ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

Obtener la evaluación a partir de los datos es simple, porque o no se necesita elaborar los datos o porque si se necesita son elaborados automáticamente por las hojas Excel de VERDE. Pero se remarca que en 4 indicadores que evalúan la adaptabilidad del edificio (F4.2, F4.4, F4.5, F6.2) la atribución de la evaluación es muy subjetiva y puede faltar fiabilidad.

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?

Es preferible un planteamiento donde los indicadores, en lugar de demandar muchos datos, pidan que se indique si se cumplen o no los requisitos que llevan a obtener buenos resultados. Se identifican 34 indicadores con un buen planteamiento, que demandan si se cumple o no una determinada acción. No obstante se pueden aportar mejoras en los siguientes indicadores:

A2.3 Tendría que estar acompañado de dibujos explicativos, tiene un contenido parecido al **G1.3**.

B4.2 Se podría preguntar qué calificación energética tiene la caldera (estrellas, letras, etc.).

C1 El consumo de agua en litros aplicando medidas de ahorro, calculado sobre valores medios de consumo diario por persona es de l/p/d. ¿Cómo se puede calcular con exactitud?

D4 La evaluación del indicador D4 (*Diseño para desmontaje, reutilización y reciclado de los elementos constructivos*) es fácil e intuitiva pero también tiene mucha subjetividad: en lugar de pedir un porcentaje de material reciclado la pregunta podría ser si la cantidad de medidas para facilitar el futuro desmontaje es escasa o exhaustiva.

B1.1. El objetivo de este indicador es resumir con un solo valor de energía, expresado en Mj, el impacto del edificio debido a los materiales de construcción. El peso total de un material presente en el proyecto viene multiplicado automáticamente por un factor interno y así se obtienen los Mj contenidos en todo el edificio. El indicador premia la *"reducción de la energía no renovable y de energía primaria en los materiales de construcción, mediante la utilización de materiales recuperados, reciclables al final del ciclo de vida"*. No queda claro *reducción respecto de qué*. El planteamiento de LEED es diferente: no pasa por el cálculo de los Mj; sino que contiene varios indicadores que piden determinar qué porcentaje del edificio anterior se conserva, qué porcentaje de los residuos de construcción se consigue reciclar, qué porcentaje de materiales se recicla, si éstos contienen material reciclado, si son locales, si son rápidamente renovables o si la madera es certificada. La suma de los créditos da una idea del impacto material de los edificios. Los dos métodos son transparentes y en Verde se puede entender en la hoja "Mat2" el impacto en Mj de cada material. No obstante, en ningún sitio se ofrecen recomendaciones respecto de posibles acciones correctivas.

D1, D2, D5 D1 (*el porcentaje, en peso, de los materiales, productos, enseres en el proyecto que han sido recuperados dentro y fuera de la parcela*), D2 (*el porcentaje, en peso, de los materiales, productos, enseres en el proyecto constituidos por materiales reciclados sobre el total de los materiales presupuestados*), D5 (*el porcentaje, en peso, de los materiales, productos, enseres en el proyecto que forman parte de los elementos prefabricados como calculado en la hoja de materiales*) tendrían que estar incluidos en D1. Estos tres conceptos están incluidos en las columnas % material reutilizado, % material reciclado y material prefabricado. *Se podría eliminar D1, D2, D5 por su redundancia con B1.1 y aumentar el peso de B1.1.*

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?

Los indicadores de VERDE se pueden considerar fácilmente comprensibles por un arquitecto o técnico de la construcción. Como excepción puede citarse que no es habitual conocer el concepto de energía interna del indicador B1.1. Tampoco es sencillo entender a qué corresponde el CO₂ equivalente en la hoja mat2.

Sistema como guía

G1 ¿El indicador da orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

VERDE no ofrece acciones correctivas, no aparece tampoco la intención de hacerlo. Pero 29 indicadores están formulados de manera que indirectamente se pueden intuir una serie de acciones correctivas.

G2 ¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

En ningún caso se explican las consecuencias ambientales de la aplicación de las acciones correctivas. Se constata que VERDE no tiene la intención de dar información en tal sentido.

G3 ¿El usuario puede entender por qué este indicador ha obtenido una determinada valoración? ¿Es transparente el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final? ¿Son transparentes las bases de cálculo (tablas, algoritmos)?

Los 47 indicadores de VERDE tienen la misma estructura de evaluación: automáticamente, al introducir un dato aparece la nota correspondiente con total transparencia. El peso de cada indicador se puede encontrar en la hoja "Parameters". El peso de los impactos posibles en la hoja "Impact". Las bases de cálculo no son visibles.

G4 ¿Las opciones correctivas son económicamente viables y convenientes? ¿Aportan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

VERDE no propone acciones correctivas, consecuentemente no se explican sus consecuencias ambientales ni se sugiere cual acción se tendría que emprender en primer término.

G5 ¿El indicador sugiere cuales son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio? ¿Aclara dónde invertir primero el presupuesto disponible?

VERDE no sugiere voluntariamente opciones correctivas de ningún tipo.

G6 ¿Es posible que se obtenga la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

Siempre es posible obtener el 5 teniendo en cuenta los actuales escenarios tecnológicos y de gestión.

Observaciones sobre la hoja Mat2

Su objetivo es obtener la energía incorporada en los materiales, o energía gris del edificio. Se multiplican los datos necesarios para obtener el volumen y el peso en Kg de los materiales utilizados. Así, se obtiene cuánta energía en GJ está presente bajo la forma de un determinado material. Se necesita tiempo para introducir los datos necesarios (superficies en m^2 , peso aproximado en Kg/m^2 , espesor, volumen en m^3) aún en caso de disponer de esta información en el proyecto. Esta sección podría ser sustituida por unos indicadores que evalúen si se han tomado todas las medidas posibles para que el edificio tenga una baja energía gris o *embodied denrgy*. Otra crítica sobre el indicador relativo a la energía incorporada en los materiales es que los más susceptibles de ser reciclados masivamente son, hoy en día, los pétreos, cuyo impacto no se mide en forma de energía sino de alteración del paisaje, destrucción de ecosistemas (fluviales por ejemplo en el caso de áridos rodados), transporte asociado, etc. Un buen indicador sería Kg reciclados/kg total o, quizás e incluso complementariamente, presupuesto invertido en materiales reciclados respecto de presupuesto total invertido en materiales.

Análisis de los indicadores del Verde actualizado a Junio 2009

El nuevo planteamiento de Verde 2009 es interesante por la síntesis y la facilidad con la que pueden introducirse los datos para obtener valores absolutos de impacto y para comprobar en qué medida el edificio cierra el ciclo de los recursos. No obstante se puede depurar la herramienta de algunos pequeños errores todavía presentes, como los de ortografía.

Más que nunca resulta una herramienta valiosa para el certificador. Pero este formato necesita ser acompañado por un check list que acompañe los arquitectos, gestores, etc. en el proceso de elaboración del proyecto, en la búsqueda de las mejores soluciones desde el punto de vista de la reducción de su impacto ambiental.

Para utilizarlo es necesario hacer referencia al proyecto ejecutivo.

Este formato pierde toda transparencia y capacidad de sugerir acciones correctivas, porque la información introducida está elaborada por fórmulas internas no accesibles. Pero gana en eficiencia y síntesis para traducir la calidad ambiental del edificio y sus impactos en cantidades absolutas.

Quedan unos pocos indicadores y requerimientos ajenos a la evaluación de sostenibilidad ambiental (confort acústico, valor patrimonial de estructuras existentes en la parcela). Se propone disponerlos fuera de la evaluación ambiental para no distorsionarla, a partir de las razones explicadas en la definición de los criterios de análisis de evaluación de las herramientas, en el capítulo 1 de este documento.

ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS A SU EFICIENCIA AMBIENTAL – CHIARA MONTEROTTI

Modelización		Representatividad				Viabilidad de uso				Sistema como guía					
M1	M2	S1	S2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6		
¿Es pertinente con la sostenibilidad ambiental?	¿La misma temática está tratada por otros indicadores?	¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una partición a la otra con un esfuerzo proporcional? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?	La escala de 0 a 5 se basa en 1. temas económicos; 2. ahorro ambiental; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	Los datos requeridos están: 1. juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?	¿El indicador es fácilmente inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el comportamiento ambiental?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de: 1. una determinada evaluación; 2. el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3. las bases de cálculo (tablas, algoritmos)?	¿Las opciones correctivas propuestas (explícitas o implícitas) son convenientes? ¿Dan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación costo/beneficio, donde invertir los primeros euros?	¿Es posible obtener el 5?		
VERDE Junio 2009															
2-condiciones de contexto definidas por el arquitecto															
1	Obstrucción solar en la parcela	sim?									si: no: no				
2	Altura de las edificaciones colindantes	sim?									si: no: no				
3	Disponibilidad y adecuación de acuíferos subterráneos	sos?									si: no: no				
4	Presencia de Radon	salud									si: no: no				
5	Contaminación del suelo		ev. subjetivo								si: no: no				
6	Uso previo del suelo	7									si: no: no				
7	Valor agrario del suelo utilizado para el proyecto	6	está al revez								si: no: no				
8	Situación ecológica del lugar		está al revez	subjetiva							si: no: no				
9	Nivel sonoro medio a largo plazo en el lugar. Índice de ruido día (Ld) en dBA		está al revez								si: no: no				
10	Existencia y adecuación de estructuras existentes en la parcela	6.A	evaluación subjetiva								si: no: no				
10A	Possibilidad de reutilización de materiales o componentes de un edificio preexistente en la parcela	hoja MAT2	evaluación subjetiva								si: no: no				
10B	Valor patrimonial de estructuras existentes en la parcela		evaluación subjetiva								si: no: no				
11	Existencia de un plan de demolición y desmontaje		está al revez								si: no: no				
3- Información del emplazamiento															
Empl 1	Ciudad-ámbito geográfica														
Empl 2	Uso														
Empl 3	Energía primaria disponible														
Empl 4	Emplazamiento (Área de la parcela, superficie ocupada por el edificio, superficie libre, superficie exterior pavimentada, superficies ajardinada, etc...)														
Empl 5	Iluminación exterior (potencia instalada, horas de uso medio al año)														
Empl 6	Riego sostenible (sup. Captación agua de lluvia, agua consumida por riego; capacidad de almacenamiento, etc...)	?													
4- Información según usos del proyecto															
Uso 1	Información sobre superficie construida, superficie útil, número de ocupantes, número de viviendas, etc...														
Uso 2	Cantidad de superficie construida bajorrasante y cantidad sobrerassante.														
Uso 3	Tipos de combustible disponible para: Calefacción, ACS, Refrigeración, Ventilación, tipo de electricidad usada														
Uso 4	Introducción de valores obtenidos con las simulaciones energéticas														
Uso 5	Información sobre transporte de materiales														
Uso 6	Confort acústico				Código Técnico										
5-Lista de materiales y estimación de impacto ambiental según documentos de medición y presupuesto.															
Mat 1	Hay que introducir la cantidad de materiales presupuestados en KG														
Mat 2	% de producción local, % de material reutilizado, % de material reciclado, %de material reutilizable, reciclable, %material para productos secundarios.	hoja 2. 10A													

Modelización

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad ambiental?

La mayoría de información requerida por esta versión de VERDE tiene a que ver estrictamente con la calidad ambiental. Excepciones, que podrían eliminarse del todo, son los indicadores 9 "Nivel sonoro medio a largo plazo en el lugar. Índice de ruido día (Ld) en dBA", y el 10B "Valor patrimonial de estructuras existentes en la parcela", y el requerimiento Uso6 "Confort acústico"

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

Alguno de los 13 indicadores repite argumentos ya tratados por otros indicadores o requerimientos de la herramienta.

- Los requerimientos de los indicadores 1-obstrucción solar en la parcela, y 2-Altura de las edificaciones colindantes, están ya incluidos en la simulación energética.

- El indicador 6-*Uso previo del suelo* podría incluir el indicador 7-*Valor agrario del suelo utilizado para el proyecto*.
- El indicador 10-*Existencia y adecuación de estructuras existentes en la parcela*, repite el punto A del indicador 6-*el lugar tiene estructuras existentes o las tuvo en el pasado*.
- La información del indicador 10A-*Posibilidad de reutilización de materiales o componentes de un edificio preexistente en la parcela*, ya está incluida en la hoja de materiales Mat.

Representatividad-Sensibilidad

S1 ¿Máximos y mínimos son aceptables? ¿Se pasa de una puntuación a la otra con un esfuerzo proporcional? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?

En los 13 indicadores de la hoja 2 de VERDE actualizado, la calificación se expresa con las letras A, B, C, D, E. Se encuentra que:

- en los indicadores 4, 7, 8, 9, 11 la opción A es la menos sostenible, contrariamente a los otros indicadores, donde es la más sostenible.
- la evaluación de los indicadores 5, 10A, 10B es subjetiva.

El resto de la herramienta no está organizada en forma de indicadores, sino como requerimientos y a partir de ello este criterio no es aplicable.

S2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: mayor coste económico = mejor evaluación; 2. ahorro ambiental: máximo ahorro ambiental = mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

La escala de 0 a 5 se basa siempre sobre la segunda opción, o sea el máximo ahorro ambiental y no en la relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

Viabilidad

V1 Disponibilidad de la información necesaria:

1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

En 16 casos se requieren datos que se pueden encontrar, juntos, en un mismo documento de proyecto.

En 5 casos es necesario buscar los datos a lo largo de un mismo documento, que es un proceso más largo pero igualmente aceptable.

En 6 casos hay que buscar los datos fuera de los documentos de proyecto.

V2 ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

En los 13 indicadores la puntuación se asigna automáticamente al escoger una de las opciones disponibles.

Este criterio no se puede aplicar a los otros requerimientos porque están elaborados internamente por la herramienta, mediante formulas ocultas.

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas más simples?

En los casos donde VERDE pide datos que se encuentran en el proyecto, la información resulta fácil de conseguir.

Pero existen casos donde introducir la información requiere más inversión de tiempo, como:

- La hoja 5 de Materiales, donde se necesitan muchos cálculos si no se ha realizado el presupuesto con el programa TCO del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. Tampoco aparecen determinados materiales, como por ejemplo algunos de los que se emplean habitualmente en las instalaciones. Existe una reducción de los materiales que tiene en cuenta el citado programa, pero no queda clara ni la razón ni los criterios empleados.
- En la hoja 4, el punto "Información sobre transporte de materiales" tiene un funcionamiento que resulta difícil de entender. ¿Cómo se puede asignar físicamente la distancia y el medio de transporte a cada material? El origen podría ser la extracción de materias primas, el procesado básico de las mismas, la fabricación del producto, el centro de distribución o el de comercialización. Por otra parte, la trazabilidad de los materiales, al menos en el mercado español, es de gran complejidad, por lo que frecuentemente el verdadero origen de los mismos puede ser desconocido por quien los vende y entrega en obra.

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?

El contenido de VERDE se puede comprender con facilidad. No obstante se podrían aclarar ciertos detalles, como que significa "u.f." en la hoja Mat2 y "D2m, nT, Atr" en la tabla de confort acústico.

Sistema como guía

G1 ¿El indicador proporciona orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

G2 ¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

G3 ¿El usuario puede entender por qué este indicador ha obtenido una determinada valoración? ¿Es transparente el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final? ¿Son transparentes las bases de cálculo (tablas, algoritmos)?

G4 ¿Las opciones correctivas son económicamente viables y convenientes? ¿Dan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

G5 ¿El indicador sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio? ¿Aclara donde invertir primero el presupuesto disponible?

Excepciones aparte, todos los indicadores y requerimientos obtienen resultado negativo con estos subcriterios. Si en la anterior versión de Verde se podía intuir alguna acción correctiva, en ésta no se sugieren de ninguna manera. Los 13 indicadores, excepto uno, piden información sobre la situación del suelo antes de intervenir y a causa de ello las acciones correctivas no son posibles.

G6 ¿Es posible que se obtenga la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

En los 13 indicadores siempre es posible adoptar la opción con mejor resultado ambiental, teniendo en cuenta los actuales escenarios tecnológicos y de gestión.

Observaciones sobre la hoja Mat2

Su objetivo es obtener la energía interna del edificio. Se necesita tiempo para introducir los datos necesarios (superficies en m², peso aproximado en Kg/m², espesor, volumen en m³). Una mejora respecto a Verde beta_6 es que se han eliminado algunos materiales y aparecen las siguientes agrupaciones:

- Cimentación
- Estructuras
- Cubiertas
- Cerramientos y Divisorias
- Aislamientos
- Carpinterías

Aún así hay faltaría una agrupación para las instalaciones, cuyos materiales pueden tener alto impacto (entre un 10 y un 20% de las emisiones de CO₂ o de la energía de los materiales de construcción, según el tipo de edificio y de instalaciones empleadas, de acuerdo con diversos estudios consultados).

Análisis de los indicadores de LEED 2009



LEED. The Leadership in Energy and Environmental Design, U.S. Green Building Council

www.usgbc.org/LEED

	Mobilización			Representatividad-Sostenibilidad		Viabilidad de uso									
	M1	M2	M3	S1	S2	V1	V2	V3	V4	G1	G2	G3	G4	G5	G6
	¿Es pertinente con la sostenibilidad?	¿La misma problemática está tratada por otros indicadores? No, Si	¿El mismo tema está tratado por la normativa? No, Si	¿Máximos y mínimos son realistas? ¿Se pasa de una puntuación a la letra con un esfuerzo proporcional? ¿El método para calcular el valor del rango a partir de los datos es fiable?	La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos; 2. ahorro ambiental; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.	Los datos requeridos están: 1. juntos en un mismo documento de proyecto; 2. es necesario buscarlos en el documento; 3. hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. hay que buscarlos fuera del proyecto.	¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?	¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas? (creativas) más simples? No, Si	¿El indicador es fácil de entender e inteligible para el usuario medio?	¿El indicador da orientaciones para mejorar el ambiente?	¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?	¿Es transparente la asignación de la puntuación del indicador en el cálculo de la puntuación final? ¿Las bases de cálculo (tablas, algoritmos)?	¿Las opciones correctivas (implícitas o explícitas) son económicamente viables y convenientes? ¿Dan beneficios ambientales proporcionales a su coste?	¿Se sugiere cuáles son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio, dando prioridad a los primeros euros?	¿Es posible que se obtenga la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?
LEED 2009															
Sustainable Sites															
Pre-1 Construction Activity Pollution Prevention			?	P											
SS1 Site Selection				1 (creditos otorgables)											
SS2 Development Density and Community Connectivity				5											
SS3 Brownfield Redevelopment				1											
SS4.1 Alternative Transportation—Public Transportation Access				6											
SS4.2 Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms				1											
SS4.3 Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles				3											
SS4.4 Alternative Transportation—Parking Capacity				2											
SS5.1 Site Development—Protect or Restore Habitat				1											
SS5.2 Site Development—Maximize Open Space				1											
SS6.1 Stormwater Design—Quantity Control				1											
SS6.2 Stormwater Design—Quality Control				1											
SS7.1 Heat Island Effect—Nonroof	confort y sosten			1											
SS7.2 Heat Island Effect—Roof	confort y sosten			1											
SS8 Light Pollution Reduction				1											
Water Efficiency															
Wap1 Water Use Reduction		WAS		P											
WA1 Water Efficient Landscaping				2-4 puntos!!!											
WA2 Innovative Wastewater Technologies				2											
WA3 Water Use Reduction		Wap1		2-4											
Energy and Atmosphere (la mayoría de indicadores se basan en simulaciones de consumo)															
EAp1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	monitoreaje			P											
EAp2 Minimum Energy Performance				P		Simulación necesaria					para la simulación				
EAp3 Fundamental Refrigerant Management	CFC			P											
EA1 Optimize Energy Performance			se basa en la n.	1-19		Simulación necesaria									
EA2 On-site Renewable Energy				1-7		Simulación necesaria									
EA3 Enhanced Commissioning				2											
EA4 Enhanced Refrigerant Management				2											
EAS Measurement and Verification				3		Simulación necesaria									
Ea6 Green Power				2		Simulación necesaria									
Materials and Resources															
MRp1 Storage and Collection of Recyclables				P											
MR1.1 Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors and Roof				1-3											
MR1.2 Building Reuse—Maintain Existing Interior Nonstructural Elements				1											
MR2 Construction Waste Management				1-2											
MR3 Materials Reuse				1-2											
MR4 Recycled Content				1-2											
MR5 Regional Materials				1-2											
MR6 Rapidly Renewable Materials				1											
MR7 Certified Wood				1											
Indoor Environmental Quality (indicadores importantes pero no de sostenibilidad ambiental)															
IEOp1 Minimum Indoor Air Quality Performance			si	P	salubridad										
IEOp2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control			si	P	salubridad										
IEO1 Outdoor Air Delivery Monitoring				1	salubridad										
IEO2 Increased Ventilation				1	salubridad										
IEO3.1 Construction Indoor Air Quality Management Plan—During Construction				1	salubridad										
IEO3.2 Construction Indoor Air Quality Management Plan—Before Occupancy				1	salubridad										
IEO4.1 Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants				1	salubridad										
IEO4.2 Low-Emitting Materials—Paints and Coatings				1	salubridad										
IEO4.3 Low-Emitting Materials—Flooring Systems				1	salubridad										
IEO4.4 Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products				1	salubridad										
IEO5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control				1	salubridad										
IEO6.1 Controllability of Systems—Lighting				1	confort										
IEO6.2 Controllability of Systems—Thermal Comfort				1	confort										
IEO7.1 Thermal Comfort—Design			se apoya en la n.	1	confort										
IEO7.2 Thermal Comfort—Verification				1	confort										
IEO8.1 Daylight and Views—Daylight				1	confort										
IEO8.2 Daylight and Views—Views				1	confort										
Innovation in Design															
ID1 Innovation in Design				1-5											
ID2 LEED Accredited Professional	conocimiento			1											
Regional Priority															
RP1 Regional Priority				1-4											

La estrategia de LEED para impulsar la sostenibilidad es la prevención: se evalúa cuantas medidas preventivas se han adoptado para limitar el impacto en el uso de recursos suelo, agua, materiales, energía. *No aparecen cálculos de los impactos.* Como novedad respecto las versiones anteriores a LEED 2009, como estrategia para limitar el gasto energético se recurre a la realización de modelos informáticos para determinar la mejor opción técnica en lugar de sugerir estrategias.

LEED ofrece explicaciones y propuestas que pueden constituir, para los profesionales de la construcción, una guía de gran ayuda para proyectar y construir de manera más sostenible. Explica en detalle las consecuencias ambientales de cada factor implicado con el indicador, ofrece soluciones técnicas para la mejora del proyecto, ofrece una bibliografía técnica y normativa.

Su aplicación es viable para cualquier despacho técnico: tal como puede verse en el criterio V1, para el cálculo del indicador LEED casi siempre requiere información ya contenida en el proyecto.

Potencia significativamente el uso de la medición y el control de los consumos de recursos en fase de uso del edificio con el objetivo de procurar su reducción.

Se constata que se otorgan demasiados puntos al área de interés *Indoor Environmental Quality*. En este caso es importante hacer notar que, en las herramientas de evaluación y certificación, cuando se traten temas que ya están establecidos por la normativa vigente hay que evitar las repeticiones. Antes de su inclusión debe verificarse que se trata de otros parámetros, nuevos requisitos, exigencias de nivel superior, etc.

Modelización

M1 ¿El contenido del indicador es pertinente con la sostenibilidad?

La mayoría de los indicadores de LEED 2009 (40 sobre 57) tienen que ver con la sostenibilidad. Excepción a ello son los 10 indicadores de la sección *Indoor Environmental Quality* que se ocupan de confort, que podrían formar parte de un módulo separado de la evaluación ambiental.

M2 ¿El mismo tema está tratado por otros indicadores?

En LEED no se relevan casos de redundancia. Sólo se ha anotado que el indicador WA3 pide reducción de uso del agua como el WAp1, pero de manera más exigente.

Representatividad

S1 ¿Los indicadores son exigentes en la justa medida? ¿Para obtener los créditos se piden acciones que exigen un esfuerzo o grado de dificultad comparable al de los otros indicadores?

NOTA: LEED 2009, siendo un check list, no tiene rangos, y por eso lo que se toma en consideración es la variación de sensibilidad entre varios indicadores y no entre rangos de un mismo indicador como sucede en VERDE. En este criterio han obtenido un valor positivo 47 indicadores, mientras que los otros 10 no son del todo satisfactorios. Además se constata una distribución no correcta de los créditos entre distintas áreas de interés. La puntuación máxima que se puede obtener es de 110 créditos, equivalente a la categoría *“platinum”*, que se distribuye del siguiente modo:

- suelo, 26 créditos;
 - agua, 10;

- energía, 35;
- materiales, 14;
- confort y salubridad, 15;
- innovación, 6;
- prioridades locales, 4.

Como se puede observar, a un factor tan importante para la sostenibilidad como el agua (piénsese en ello, por ejemplo, en el contexto de una isla no autosuficiente, como Mallorca) sólo se otorgan 10 puntos mientras que a los materiales se otorgan 14; dentro del factor energía un solo indicador (EA1: *Optimize Energy Performance*), con contenido muy importante es cierto, puede obtener 19 puntos, el doble que el agua y más que los materiales. En el área de interés Suelo lo que prima LEED 2009 es todo lo que reduce el impacto del uso de coches (S2 ciudad compacta - 5 créditos; SS4.1 cercanía a medios de transporte públicos – 6 créditos, SS4.3 facilidades para coches con menos emisiones - 3 créditos). Este último aparece desproporcionado, por ejemplo en relación a los indicadores sobre agua y materiales. Se hace constar que en este tema LEED ha mejorado mucho respecto de las versiones anteriores, donde el área de confort casi otorgaba suficientes puntos para obtener por sí sola la certificación. Otro ejemplo era la disposición de un parking para bicicletas (que puede tener éxito o no, ello depende del usuario) que obtenía más puntos que otras intervenciones mucho e mucho mayor repercusión ambiental y económica.

S2 La escala de 0 a 5 se basa en: 1. temas económicos: mayor coste económico = mejor evaluación; 2. ahorro ambiental: máximo ahorro ambiental = mayor puntuación; 3. relación entre ahorro ambiental e inversión económica.

Se hace notar que los 57 indicadores de LEED dan prioridad al ahorro de impacto ambiental (aunque algunos de ellos van destinados a salubridad y confort en el área de interés *Indoor Environmental Quality*), pero nunca a la relación entre ventaja ambiental y factor económico (como sí lo hace VERDE). No otorga prioridad a las acciones de mejor relación coste económico/beneficio ambiental, pero es la única herramienta entre las analizadas que explica las implicaciones económicas de las acciones correctivas.

Viabilidad

V1 1. Los datos requeridos están juntos en un mismo documento de proyecto; 2. Es necesario buscarlos en el documento; 3. Hay que deducirlos a partir de datos que están en el documento de proyecto; 4. Hay que buscarlos fuera del proyecto.

LEED obtiene buen resultado con este criterio: para responder al indicador se requieren datos contenidos en el proyecto de manera ordenada (en 42 indicadores), o bien es necesario realizar un cálculo a partir de información también contenida en el proyecto (en 15 indicadores). En resumen, se puede responder a todos los indicadores en base a la documentación de proyecto.

V2 ¿El método para calcular la puntuación a partir de los datos es simple?

En la totalidad de los 57 indicadores de LEED se obtiene el crédito si se cumple con las condiciones. Resulta muy fácil calcular la puntuación a partir de los datos que (como verifica el criterio anterior) siempre están presentes en el proyecto.

V3 ¿La información obtenida por el indicador se podría obtener con alternativas (creativas) más simples?

La totalidad de los 57 indicadores de LEED son, desde el punto de vista de la viabilidad, adecuados porque son fáciles de contestar y por este motivo ninguno de ellos necesita ser sustituido por otros más simples. La única duda aparece cuando la evaluación se basa en proyecciones sobre consumo, como en EAp2 (*Minimum Energy Performance*) o EA1 (*Optimize Energy Performance*). En EA2 (*On-site Renewable Energy*) en lugar de demandar qué porcentaje de gasto energético será cubierto con energías renovables se podría solicitar información sobre los sistemas captadores de energías renovables que serán a instalados. El contenido de los indicadores *Indoor Environmental Quality* necesita cambios: se podría promover el aprovechamiento de las condiciones del clima (como viento y radiación solar) en lugar de los sistemas mecánicos (asignando más créditos por ejemplo). Tal como se presentan actualmente, pueden llegar a justificar el uso masivo de HVAC (calefacción, aire acondicionado y ventilación) y de recursos materiales para obtener confort. Por esas razones no tendrían que estar presentes en herramientas que tienen por finalidad ayudar la edificación a acercarse al cierre del ciclo de los recursos.

V4 ¿El contenido es fácilmente inteligible para el usuario medio? ¿Está expresado de manera suficientemente simple? ¿Se utilizan suficientemente signos, símbolos, dibujos, colores, tablas, gráficos, esquemas? ¿La unidad de medida es comprensible, se utilizan números imaginables?

Los indicadores están explicados con un lenguaje inteligible para la media de los arquitectos o técnicos de la construcción.

Sistema como guía

G1 ¿El indicador da orientaciones? ¿Ofrece opciones correctivas (nuevos procesos, propuestas de proyecto, temas o estrategias) para mejorar el comportamiento ambiental?

Los indicadores del LEED (57 sobre 57) ofrecen y explican en detalle nuevos procesos, propuestas de proyecto, sistemas o estrategias para disminuir el impacto ambiental. LEED aporta utilidad como guía. En la sección *Green Building Concern* se explican las implicaciones ambientales, comunitarias y económicas de una determinada decisión de proyecto; en *Design Approach* se aconsejan soluciones técnicas; en *Reference* se ofrece bibliografía.

Pero hay que hacer notar que el EAp2 (*Minimum Energy Performance*) y el EA1 (*Optimize Energy Performance*) aconsejan realizar modelos de comportamiento energético e identificar las medidas más eficientes, sin explicar qué técnicas pueden emplearse para reducirlo, tal como se hacía en las versiones anteriores. También el EA5 (*Measurement and Verification*) pide que se baje el gasto energético, sin explicar cómo hacerlo.

G2 ¿Se especifican las consecuencias ambientales de la aplicación de estas opciones correctivas?

Las consecuencias ambientales están explicadas en todos los indicadores en la sección *Green Building Concern*.

G3 ¿Es transparente la asignación de: 1-una determinada evaluación; 2-el peso del indicador en el cálculo de la puntuación final; 3-las bases de cálculo (tablas, algoritmos)?

La asignación de una valoración en LEED es absolutamente transparente, ya que, siendo un *check list*, por cada indicador se otorga o no una cantidad de puntos (no es necesario asignar una nota, como otras herramientas), y se puede reconocer con mucha facilidad en qué indicadores se conceden y en cuáles no.

El peso del indicador en la puntuación final se puede entender claramente por la máxima cantidad de puntos que puede obtener. Cuando se requiere la realización de cálculos, éstos se explican claramente y siempre son viables.

G4 ¿Las opciones correctivas son económicamente viables y convenientes? ¿Dan beneficios ambientales proporcionales a su coste?

Las opciones de cambio propuestas ofrecen siempre una ventaja ambiental, pero algunas exigen una inversión inicial importante que LEED justifica económicamente por el menor gasto energético en fase de uso y porque, con mayor confort, los empleados trabajaran de manera más productiva. Esto último es relativo a factores subjetivos o de difícil comprobación.

G5 ¿El indicador sugiere cuales son las opciones correctivas con la mejor relación coste/beneficio? ¿Aclara donde invertir primero el presupuesto disponible?

LEED 2009 sugiere posibles opciones correctivas, aunque sin especificar cuáles de ellas tienen la mejor relación coste-beneficio. No aclara donde invertir los recursos económicos disponibles. El objetivo es la ventaja ambiental, sin dar la preferencia a las que son a bajo coste. Da explicaciones sobre la relación coste-beneficio de todas las opciones, sin dar prioridad a ninguna. A veces propone una sola acción.

G6 ¿Es posible que se obtenga la puntuación máxima en los actuales escenarios tecnológicos y de gestión?

Siempre es posible cumplir con las exigencias del indicador para otorgar la máxima puntuación, con mayor o menor inversión económica.

9.4. Análisis de las herramientas VERDE beta_6, VERDE actualizado a Junio 2009 y LEED 2009 en su globalidad, como sistemas

En este tipo de análisis las tres herramientas se analizan paralelamente para facilitar su comparación.

1. Modelización

Con este criterio se quiere establecer si la cantidad de indicadores es limitada, si están presentes en la cantidad mínima indispensable, si son todos útiles (suficientes), de modo que no se deje ningún tema relevante sin considerar y que aparezcan todos los necesarios para poder ofrecer una visión adecuada de la situación (visión completa).

SM1 ¿Se contempla cada factor del sistema importante para la sostenibilidad (agua, suelo, materiales, energía) en cada fase del ciclo de vida del edificio (proyecto, construcción, uso, demolición)? ¿Existen vacíos, temas no contemplados?

Las matrices siguientes quieren verificar si, por cada herramienta, existen indicadores que cubren los temas más importantes para la sostenibilidad ambiental. Se clasifica en base al tipo de impacto y a la fase del Ciclo de Vida en la que éste se produce.

La calificación se determina desde el punto de vista del consumo de los recursos

VERDE beta_06n							
	consumo de agua	consumo de energía	cargas	Agotam. materiales	uso del suelo	biodiversidad	calidad amb. int. salubridad
producción de materiales		* <i>embodied energy.</i>		* B1.1, D1, D2, D4, D5,		*	
construcción		B1.2		D3,	*	* D3,	F6.4, G1.1,
uso	* A1.9, A3.1, C1, C2, C3, C4,	* A1.8, A2.1, A2.3, A2.5, A2.6, A3.4, B1.3, B2, B3.1, B3.2, E2.1, E5.1, F4.5, F6.3,	B4.1, B4.2,	* A3.5, (flexibilidad F4.1, F4.2, F4.3, F4.4, F6.2 ,F6.1)	*	A3.4,	A1.8, A2.1, A2.3, A2.5, A2.6, E1.1, E2.1, E3.1, E4.1, E4.2, E5.1, G1.2, G1.3,
derribo			E1.1,	* B1.1, D1, D2, D4, D5,		*	

NOTAS:
La presencia del símbolo "*" significa que el tipo de impacto suele ser muy importante en la etapa de ciclo de vida indicada.
Si un indicador actúa en más factores, aparecerá las veces que haga falta en la matriz.

VERDE Junio 2009							
	consumo de agua	consumo de energía	cargas	Agot. materiales	uso del suelo	Biodiversidad	calidad amb. int. salubridad
producción materiales		* Mat- materiales en Kg		* Mat- materiales en Kg		*	
construcción			Mat- materiales en Kg	10A reutiliz. Mat. Existentes	* 5contaminación suelo 6uso previo suelo 7valor agr. suelo 8situación ecologica	*	
uso	* 3-Disp. acuiferos Empl4- huella edificio. Empl6- Gestión agua	* 1Obstrucción solar 2-edific. colidantes; Empl1- altitud Empl2-Uso Empl3- Energía Empl5- Illum.ext. Us01- datos uso Us04- sim.energ Us05- transp materiales	Us03- combustibles	*	*		1-Obstr. solar 2-edific. Colidantes 4-Radon 9-nivel sonoro Us06-confort acustico
derribo				*11 plan demolición		*	
<p>NOTAS: La presencia del símbolo "*" significa que el tipo de impacto suele ser muy importante en la etapa de ciclo de vida indicada. Si un indicador actúa en más factores, aparecerá las veces que haga falta.</p>							

Queda no incluido en la tabla: 10B - valor patrimonial de estructuras existentes en la parcela.

LEED 2009							
Impacto	consumo contaminación del agua	consumo de energía	cargas, polución residuos de construcción, CO ₂	materiales	uso del suelo erosión	Biodiversidad	calidad amb. int , salubridad
producción materiales		* MR5,		* MR1.1, MR1.2, MR3, MR4,		* MR3, MR4, MR6, MR7,	
construcción	SSp1,		SSp1, MR2,	MR2,	SSp1,		IEQ3.1, IEQ3.2, IEQ4.1

uso	* SS6.1, SS6.2, WEp1, WE1, WE2, WE3,	* SS2, SS4.1, SS4.2, SS4.3, SS4.4, SS7.1, SS7.2, SS8, EAp1, EAp2, EA1, EA2, EA3, EA5, EA6, IEQ6.1, IEQ6.2, IEQ 8.1,	SS1, SS4.1, SS4.2, SS4.3, SS4.4, SS7.1, SS7.2, EAp1, EAp2, EAp3, EA1, EA3, EA4, EA5,	* MRp1,	* SS1, SS4.1, SS6.1, SS6.2, WE1,	SS1, SS2, SS3, SS5.1, SS5.2, SS7.1, SS7.2, SS8,	SS7.1, IEQp1, IEQp2, IEQ1, IEQ2, IEQ4.1, IEQ4.2, IEQ4.3, IEQ4.4, IEQ5, IEQ6.1, IEQ6.2, IEQ7.1, IEQ7.2, IEQ 8.1, IEQ 8.2,
derribo			IEQ4.1 IEQ4.2 IEQ4.IEQ4.4	* MR1.1, MR1.2, MR3,		*	
<p>NOTAS: La presencia del símbolo "*" significa que el tipo de impacto suele ser muy importante en la etapa de ciclo de vida indicada. Cada grupo de letras, como "SS4.1", es una sigla que corresponde a un indicador. SS: Sustainable Sites; WE: Water Efficiency; EA: Energy and Atmosphere; MR: Materials and Resources; EQ: Indoor Environmental Quality Si un indicador actúa en más factores, aparecerá las veces que haga falta en la matriz.</p>							

Agua:

Las tres herramientas VERDE beta_6, VERDE Junio 2009 y LEED 2009 exigen el uso de agua de lluvia para riego.

LEED y VERDE beta_6 tienen en cuenta la reducción del consumo del agua para usos domésticos (con indicadores que evalúan el tipo de estrategias adoptadas u otros que simplemente evalúan una estimación del consumo anual por persona) y la depuración y reciclaje de las aguas residuales. *VERDE Junio 2009 no incluye estas importantes operaciones.*

LEED 2009 contempla la contaminación del agua por movimientos de tierra (SSp1 *Construction activity pollution prevention*).

Energía:

Los tres sistemas tratan detenidamente el tema de la energía en fase de uso y de producción materiales.

Cargas:

LEED no calcula cargas, pero dispone de indicadores que buscan limitar factores que inciden notablemente en la producción de impactos. Las dos versiones de Verde tienen como fin último obtener unos valores absolutos sobre varios tipos de impacto.

Materiales:

Las dos versiones de VERDE y LEED evalúan el agotamiento de materiales de manera exhaustiva. La versión de Junio de 2009 de VERDE no trata el tema de reciclajes en fase de uso. En las dos versiones de VERDE se aplica el concepto de energía incorporada para evaluar la sostenibilidad de los materiales.

Suelo:

En LEED se argumenta de manera completa.

VERDE beta_6 no tiene en cuenta suficientemente los factores relativos al emplazamiento.

La versión de Junio de 2009 de VERDE tiene en cuenta algunos factores relativos al emplazamiento pero hay huecos como, por ejemplo, su cercanía o no a medios de transporte público.

Biodiversidad:

Mientras en LEED se encuentran varios indicadores sobre biodiversidad, en las dos versiones de Verde ello no se tiene en cuenta. Especialmente en la última versión no aparece ningún indicador.

Calidad ambiental interior:

La calidad ambiental interior, que es un aspecto que justifica la existencia de la arquitectura y sin duda se tienen que tener en cuenta en una evaluación de proyecto, al igual que la repercusión económica, debería tener lugar en un módulo separado de la evaluación de sostenibilidad ambiental para que, tal como se ha explicado anteriormente, no existan interferencias en las valoraciones. En LEED se encuentran varios indicadores de calidad ambiental interior. En la versión actual de VERDE ha sido reducida significativamente la cantidad de indicadores de calidad ambiental interior.

Cuantificación de impactos:

Tal como se indica en el documento marco de metodología, los objetivos de reducción de impacto ambiental para las operaciones de rehabilitación urbana del Área de Playa de Palma (consumo de energía, de agua, y de materiales, generación de residuos y emisiones de CO₂) prevén una reducción de un 50% o más. Esto implica conocer, cuantitativamente hablando, cuáles son los valores de tales impactos de los edificios antes y después de las operaciones de rehabilitación. En tal sentido, VERDE proporciona tales valores de impacto mientras que LEED no. En otras palabras, la obtención de una determinada puntuación o categoría en LEED, aunque sea la máxima, no implica que el edificio cumpla con los objetivos de reducción de impacto ambiental previstos para la rehabilitación de edificios en el proyecto de Playa de Palma.

**SM2 ¿Se consigue establecer una diagnosis de la realidad del edificio?
¿Se consigue proporcionar una descripción empírica del edificio, completa por tratarse de un modelo se reduce el número de componentes (completo)?**

Las dos versiones de VERDE pueden realizar un diagnóstico cuantitativo sobre los impactos producidos por el edificio, expresado por unidad de superficie (m²) y tiempo (año). Medir impactos, realizar una fotografía del edificio en fase de proyecto, parece ser el objetivo de VERDE.

A partir de la evaluación de LEED se consigue una visión satisfactoria del comportamiento ambiental del edificio, que se observa en los resultados de cada sección. Toma en cuenta todos los factores importantes para la sostenibilidad: suelo, agua, gasto energético, materiales y otros recursos. Adopta la estrategia de prevenir al máximo posible los consumos, en lugar de exigir estimaciones de consumo. No obstante se nota un vacío, ya que no verifica si se aplican estrategias bioclimáticas.

SM3 ¿Estas variables son agrupadas en temas de interés?

En VERDE beta_6 las agrupaciones de indicadores no coinciden con las áreas de evaluación, pero se puede obtener el peso de los indicadores por cada impacto gracias a las hojas *Impact* y *Parameters* (aunque algún indicador influye en más de un impacto).

En VERDE actualizado a Junio 2009 los indicadores y requerimientos están agrupados por temas de interés, pero no hay correspondencia directa entre estas agrupaciones y los resultados finales.

En LEED todos los indicadores están agrupados en 7 áreas de evaluación.

SM4 ¿La cantidad de indicadores es limitada, en la cantidad mínima posible pero son todos ellos necesarios para describir el sistema (suficiente)?

La suficiencia de las tres herramientas podría integrarse realizando la evaluación de ámbitos no directamente implicados con la sostenibilidad ambiental en forma separada de esta última y con una valoración independiente. En tal sentido, y tal como se explicará en forma detallada más adelante, podrían considerarse tres módulos con consideración, evaluación y calificación final independiente, representados por los apartados de nivel de sostenibilidad ambiental (del edificio), de exigencias de calidad ambiental interior (del edificio) y de gestión ambiental (de las actividades directa o indirectamente relacionadas con el edificio).

SM5 ¿Existe un indicador sobre los impactos que se producirán a lo largo de la vida útil del edificio, para establecer en qué medida el edificio consigue cerrar el ciclo de los recursos materiales?

En las dos versiones de VERDE, la hoja de resultados resume los valores absolutos de las emisiones. Si las emisiones fueran iguales a 0 el edificio cerraría el ciclo de los recursos materiales. El objetivo de VERDE es calcular emisiones.

Con LEED la situación es muy diferente. Aunque un edificio obtenga todos los créditos disponibles, no se podrá asegurar que cierra el ciclo de los recursos materiales. El objetivo de LEED es ayudar a construir con más calidad ambiental.

2. S. Representatividad-Sensibilidad

SS1 ¿Cada indicador ofrece un valor *Benchmark* (equivalente a lo que pide la normativa o equivalente a las prácticas constructivas habituales en la misma área geográfica)? ¿Hay diferenciaciones por cada tipología y uso?

En los indicadores de VERDE beta_6 los valores *Benchmark* corresponden a la evaluación 0.

Los indicadores y requerimientos de la versión VERDE de Junio de 2009 actualizado no ofrecen *Benchmarks*.

Las dos versiones de VERDE ofrecen un *Benchmark* respecto a los resultados absolutos de las emisiones.

LEED, por ser un check list, no ofrece *Benchmark*.

SS2 ¿El sistema permite diferenciar las cantidades de recursos que se consumen en cada fase del ciclo de vida del edificio?

LEED no calcula las cantidades de recursos empleados, sino que evalúa las potencialidades de uso y construcción del edificio ambientalmente más sostenibles; aunque existe una versión de la herramienta para la fase de construcción y otra para la fase de uso.

Los resultados de las dos versiones de VERDE explican qué impactos se producen por m² y año. La sola consideración de los resultados no permite diferenciar qué parte de este impacto ha sido producida en fase de uso, de construcción, de producción de materiales o de derribo. A través de la lectura de la hoja Materiales de VERDE actualizado a julio 2009 se pueden entender qué impactos produce cada material utilizado.

3. V. Viabilidad de uso

VS1 ¿La herramienta resulta atractiva de utilizar? ¿En general, los indicadores son convincentes?

LEED 2009 resulta atractivo y claro de utilizar. Para obtener los datos requeridos por los indicadores no son necesarias investigaciones externas al proyecto, no son necesarias notables cantidades de dinero o tiempo. Para la elaboración del resultado requiere información ya contenida en el proyecto (en 42 indicadores sobre 57), o de datos originados en la elaboración de información contenida en el proyecto (en 15 indicadores). La respuesta al indicador puede ser generada basándose en datos fácilmente accesibles. Los indicadores tienen sentido común y son fáciles de entender, están bien explicados. Cada indicador propone acciones correctivas para mejorar la sostenibilidad del proyecto. No obstante, buscar los indicadores en la herramienta es poco ágil, ya hay que hojear a lo largo de diversas páginas en formato de imagen.

Las dos versiones de VERDE son convincentes como medio para obtener un diagnóstico ambiental válido, porque tocan gran parte de los temas cruciales para la sostenibilidad, aunque se recomienda incluir los indicadores de calidad ambiental interior, de sostenibilidad económica y social, en módulos paralelos cuya nota final quede separada de la ambiental para evitar la ambigüedad de esta última.

Una falta que se ha notado en ambas versiones de VERDE es que no ofrecen ninguna explicación sobre técnicas o sistemas constructivos y de instalaciones para mejorar el proyecto. Es necesario recordar que cuantas más acciones

correctivas se ofrezcan más fácilmente se mejoraría la calidad ambiental del edificio.

Se encuentran faltas gramaticales que hay que corregir.

La organización en hojas Excel del VERDE Beta_6 permite un manejo ágil.

VERDE actualizado resulta bastante depurado respecto la versión anterior en cuanto a la complejidad de la información requerida. Por otra parte, se han solucionado los problemas de repetición de datos.

La hoja Materiales requiere comentarios aparte: introducir todos los datos necesarios requiere mucha dedicación. Requiere haber realizado cálculos para conocer el peso de todos los materiales existentes en la obra. Requiere haber realizado el presupuesto con la herramienta TCQ (que es de pago y presenta problemas respecto de la representación de todos los sistemas constructivos en uso en España). No obstante es un buen avance haber agrupado algunos materiales por componentes constructivos.

Algunos cálculos, como el contenido de materiales en las instalaciones, son complicados y se aconseja que se sustituyan por un *check list* que pregunte por ejemplo si se utiliza PVC o Polipropileno (u otras alternativas significativas). Para simplificar el uso de la herramienta, cuando se pueda, se podría sustituir los datos complejos de obtener o elaborar o introducir (donde se necesita una alta inversión de tiempo y dinero por su elaboración) por indicadores cualitativos, como se puede leer de manera más extensa en la tabla siguiente.

4. Claridad sobre el tipo de usuario, el ámbito de aplicación y los objetivos

CS1 ¿Los indicadores tienen un usuario bien definido, coincide con el que está declarado?

El usuario más adecuado de las dos versiones de VERDE es el evaluador: un profesional especializado en calidad ambiental de la edificación, experto en aspectos tales como las causas y el control de las probables emisiones que supondrá la construcción y el uso de un edificio. Lo ideal, para abordar el aspecto de guía que Verde no incluye, sería acompañarlas con una herramienta módulo paralelo que apoye la mejora del proyecto.

En la web de LEED se puede leer que el usuario declarado puede ser cualquier profesional implicado en el proyecto del edificio. LEED resulta fácil de entender (aunque haga falta una lectura atenta) para la mayoría de los profesionales de la arquitectura. Para la elaboración del resultado requiere información ya contenida en el proyecto (en 42 indicadores sobre 57), o datos originados por la elaboración de información contenida en el proyecto (en 15 indicadores), ahorrando tiempo y dinero.

CS2 ¿Los indicadores tienen un objeto de estudio bien definido? ¿Edificio, edificio y entorno, barrio, etc.? ¿Coinciden con los declarados?

En las dos versiones de VERDE se calcula el flujo de recursos que se origina en el edificio, incluyendo los espacios al aire libre que le pueden pertenecer (jardines, etc.). En otras palabras, todo lo que depende del proyecto. Se tiene en cuenta el impacto que el edificio puede provocar a escala local y global.

En LEED, varios indicadores (en la sección *Sustainable Sites*) proponen que el edificio tenga en cuenta el entorno (se pide evitar construir en lugares con alto impacto, se pide recalificar el área, facilitar el uso de transporte público o la bicicleta, que se facilite la recarga de los acuíferos no impermeabilizando el suelo, que se evite la formación de islas de calor, que se reduzca la contaminación lumínica, etc.

CS3 ¿Qué objetivos reales tiene la herramienta? ¿Se comprenden con claridad? ¿Coinciden con los declarados?

Se transcriben los objetivos declarados por cada herramienta, tal como pueden leerse en sus páginas web:

VERDE

Los fines y objetivos fundamentales de la asociación GBC España, en línea con los de la Asociación Internacional WGBC, son los siguientes:

a) Realizar actividades tendientes a favorecer el reconocimiento de la sostenibilidad de los edificios que encaucen el mercado inmobiliario hacia un mayor respeto a los valores medioambientales, económicos y sociales que abarca el desarrollo sostenible;

b) Proporcionar al sector metodologías y herramientas actualizadas y homologables internacionalmente que permitan de forma objetiva la evaluación y certificación de la sostenibilidad de los edificios, adaptadas a las necesidades españolas en general y a las de áreas geográficas concretas en particular;

c) Desarrollar actividades de cooperación e investigación en los ámbitos nacional e internacional en la búsqueda de mejoras en el campo de la edificación sostenible mediante el desarrollo y gestión de herramientas y métodos fiables y actuales que permitan la valoración y certificación de la calidad ambiental de la obra, en sus diversas fases; diseño, materiales, construcción y vida útil;

d) Colaborar con las administraciones públicas, universidades, corporaciones profesionales, entidades y asociaciones nacionales e internacionales en la difusión de los principios y las buenas prácticas en el diseño y construcción de edificios sostenibles.

e) Contribuir a la transformación del mercado hacia una edificación más sostenible.

Comentario: La herramienta VERDE cubre los objetivos de *“Proporcionar al sector metodologías y herramientas actualizadas y homologables internacionalmente que permitan de forma objetiva la evaluación y certificación de la sostenibilidad de los edificios (objetivo b)”*. El objetivo d), de *“difusión de los principios y las buenas prácticas en el diseño y construcción de edificios sostenibles”*, Por ello la herramienta VERDE va a estar acompañada por otro módulo o herramienta en elaboración actualmente, que va a estar organizada como *check list* para acompañar el proceso de diseño del edificio aportando información sobre las mejores soluciones desde el punto de vista ambiental.

LEED

LEED was created to accomplish the following:

- *Define "green building" by establishing a common standard of measurement*
- *Promote integrated, whole-building design practices*
- *Recognize environmental leadership in the building industry*
- *Stimulate green competition*
- *Raise consumer awareness of green building benefits*
- *Transform the building market*

Comentario: el USGBC (*U.S. Green Building Council*) afirma que el objetivo de LEED es ofrecer a los propietarios y usuarios los medios que necesitan para conocer el impacto y la eficiencia ecológica de sus edificios. LEED promueve una visión global de la sostenibilidad identificando la eficiencia ambiental en 5 áreas de salud humana y ambiental: *sustainable site development, water savings, energy efficiency, materials selection, and indoor environmental quality*. Profundizando en el conocimiento directo de la herramienta podemos afirmar que queda cumplido el objetivo del USGBC, y probablemente por eso LEED es la referencia aceptada en los Estados Unidos para el proyecto, la construcción y el uso de edificios ecológicos eficientes. LEED no tiene como objetivo ofrecer una evaluación cuantitativa de los impactos; sino pretende establecer un estándar común de evaluación, que es un sistema de puntuación (*green building by establishing a common standard of measurement*).

5.G El sistema como guía para el mejoramiento de la calidad ambiental del edificio

GS1 ¿El sistema explica cómo la sostenibilidad se puede traducir en acciones concretas? ¿Indica cuales son los gestos, las acciones importantes?

Ninguna de las dos versiones de VERDE, salvo algunas excepciones, ofrece información sobre posibles acciones correctivas. No se proporcionan alternativas de proyecto para la reducción del impacto ambiental. *VERDE es una herramienta de evaluación y no proporciona medios para mejorar el proyecto*. Esto implica que un arquitecto sin conocimientos específicos en temas ambientales tendrá que recurrir a la ayuda de profesionales especializados, o a la investigación personal para solucionar unos malos resultados conseguidos. El objetivo a conseguir por una herramienta es la evaluación de la sostenibilidad ambiental de los edificios, pero también ayudar a conseguir unos mejores resultados.

LEED es una guía adecuada, explica en detalle las consecuencias ambientales de cada factor implicado con el indicador, ofrece una serie de soluciones técnicas para mejorarlo y ofrece una bibliografía, aunque no sugiere cuál acción es la más conveniente y dónde invertir los recursos económicos disponibles.

GS2 ¿En la definición de los rangos, existe la posibilidad de introducir en el tiempo nuevas técnicas, sistemas, materiales disponibles en el mercado? ¿La herramienta puede evaluarlos de manera homogénea a los ya presentes?

En ninguna herramienta existe la posibilidad de introducir nuevas técnicas. Todas las innovaciones se introducen mediante la aparición de una nueva versión.

GS3 ¿Se ofrecen buenas prácticas como ejemplo de estrategias o acciones de mejora ambiental?

LEED ofrece una buena práctica por cada criterio. En ninguna de las dos versiones de VERDE se ofrecen buenas prácticas.

GS4 ¿El sistema es transparente?

El sistema *check list* de LEED tiene excelente transparencia, de manera que un usuario puede saber en cualquier momento de qué manera el resultado de un indicador influye en la nota final y en el impacto global del edificio. Consecuentemente, se puede detectar con facilidad el error para poderlo corregir.

En el VERDE beta_6:

- en cada indicador, con la puntuación se puede entender claramente cuál es la acción correcta.
- en la hoja "*Parameters*", se puede conocer el "*peso*", de cada indicador por cada impacto.
- en la hoja "*Impact*", se puede conocer el peso de cada impacto en relación a la nota final.

A través de estos datos se puede deducir hasta dónde se tiene que corregir el proyecto para mejorar los resultados.

En VERDE actualizado a Junio 2009, la transparencia queda muy reducida porque no se da a conocer la evaluación (o impactos) que se asigna a cada dato que se introduce. Resulta transparente, en cambio, la asignación de la nota final gracias a la tabla "*resultados de la evaluación absoluta*", donde aparece la repercusión correspondiente a cada imp