

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA IMPLEMENTADO EN PLATAFORMAS BIM. ÚLTIMOS AVANCES

**Ruiz Alfonsea, Marta (1), Gómez de Cózar, Juan Carlos (2), Llatas Oliver, Carmen (3),
García Martínez, Antonio (4)**

- (1) Universidad de Sevilla, Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, marruialf1@alum.us.es
- (2) Universidad de Sevilla, Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, gcozar@us.es
- (3) Universidad de Sevilla, Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, cllatas@us.es
- (4) Universidad de Sevilla, Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, agarcia6@us.es

RESUMEN

Los problemas ambientales procedentes del sector de la construcción requieren herramientas que ayuden a frenar el consumo de recursos y el impacto ambiental. El análisis del ciclo de vida (ACV) está reconocido como uno de los métodos más válidos para el análisis ambiental, aunque su aplicación es compleja y es necesaria su estandarización para hacerlo operativo. Building Information Modeling (BIM) se define como un modelo 3D que integra información gráfica y datos sobre los materiales y elementos de un modelo. La integración de ACV en plataformas BIM supone una simplificación en el proceso de evaluación del impacto ambiental. Actualmente es escasa la bibliografía y el desarrollo de herramientas de simulación basadas en modelos BIM-ACV.

En esta comunicación se analiza el estado actual de estudios que vinculan modelos BIM con ACV y las metodologías seguidas para realizar la vinculación y la obtención de resultados. Se pondrá de manifiesto la necesidad de estandarizar el ACV implementado en plataformas BIM para simplificar el proceso y obtener resultados de impacto ambiental en tiempo real desde la fase de diseño. Se mostrarán varios casos de estudio realizados en el Máster Universitario en Innovación en Arquitectura: Tecnología y Diseño de la Universidad de Sevilla.

Palabras clave: *Análisis del ciclo de vida (ACV), arquitectura, Building Information Modeling (BIM), impacto ambiental, sostenibilidad.*

ABSTRACT

Current environmental problems arising from the building sector require tools to evaluate new designs to reduce the environmental impact. Life Cycle Assessment (LCA) is recognised as one of the most complete tool to quantify the environmental impacts of the building sector, although there is a need to standardise the method application to optimise its use, including the design stage. Building Information Modeling (BIM) is defined as a virtual 3D model that integrates graphical information and a database of model elements. The integration LCA and BIM could simplify the evaluation process of environmental impact. Currently, there is a lack of literature about this subject and the development of simulation tools based on BIM-LCA models are limited.

In this paper, it is analysed the current state of matter related with the integration of BIM-LCA and the methods used to integrate these tools and obtain results of environmental impact. In this way, it is highlighted the need to standardise LCA integrated into BIM with the aim of simplifying the process and obtaining results of environmental impacts automatically, including the design stage. Several case studies developed in Official Master's Degree in Innovation in Architecture: Technology and Design at University of Seville will be shown.

Keywords: *Life cycle assessment (LCA), architecture, Building Information Modeling (BIM), environmental impact, sustainability.*

1 INTRODUCCIÓN

El incremento de la población y el agotamiento de los recursos naturales son una prioridad en la actualidad [1, 2, 3]. En la Unión Europea, el sector de la construcción es el responsable más del 40% del consumo de energía y del impacto ambiental total [4]. Además, este sector consume el 44% de las materias primas y genera el 33% de las emisiones de CO₂ [5]. Por otro lado, el sector de la construcción tiene un gran potencial de intervención para reducir el consumo de recursos y el impacto ambiental que produce [6]. Por este motivo, la demanda de edificios que produzcan un mínimo impacto ambiental está creciendo notablemente y la industria de la construcción necesita adoptar técnicas para reducir el impacto ambiental que produce [7]. La sostenibilidad y su desarrollo es, en la actualidad, una de las estrategias más importantes para reducir en impacto ambiental y el consumo de energía producido por el sector de la edificación [8-10].

Hay múltiples herramientas de análisis y evaluación para implementar el desarrollo de la sostenibilidad en los edificios [11, 12]. El análisis del ciclo de vida (ACV) está considerada como una de las herramientas científicas más apropiadas y completas para cuantificar los impactos ambientales asociados a un determinado proceso o material [13-16]. No obstante, existen múltiples estudios que señalan la necesidad de estandarizar la metodología del ACV aplicada a la edificación [12, 17].

Las herramientas Building Information Modeling (BIM) están basadas en modelos inteligentes 3D que contienen tanto la información gráfica como las propiedades de los materiales y elementos que componen una determinada edificación [18]. Es una herramienta de gran utilidad ya que mediante su uso se reduce el tiempo y el esfuerzo empleados al gestionar gráficos y datos [19]. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, las plataformas BIM cuentan con un gran potencial para incluir datos e información que permitan realizar el diseño de un edificio sostenible [20].

El desarrollo de herramientas que vinculen BIM y ACV está creciendo. Aunque aún la bibliografía es escasa, cada vez hay más estudios que subrayan el potencial de la integración BIM-ACV [21, 17, 18] y que desarrollan metodologías de vinculación [14, 15, 22]. La fase de diseño es la que tiene más influencia en el resultado final de un edificio debido a que es la fase en la que se pueden realizar más cambios. La vinculación BIM-ACV debería ser aplicada en esta fase ya que a menudo el ACV se usa como herramienta de análisis

cuando un edificio está terminado y no como una herramienta de diseño que ayude en la toma de decisiones [21].

La comunicación que se presenta queda enmarcada en una línea de investigación que busca establecer una relación entre arquitectura-materialidad-contexto [23] con el objetivo de reducir el impacto ambiental que produce una determinada construcción no sólo durante su vida útil, sino durante todo su ciclo de vida.

2 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA Y SU VINCULACIÓN CON BIM

Para el desarrollo del presente trabajo se ha realizado una búsqueda basada en publicaciones y estudios recientes que integren ACV y BIM. La selección de artículos y publicaciones que se han consultado para la presente comunicación se ha obtenido de las siguientes fuentes: Web of Science, Science Direct, Mendely, Scopus, Taylor and Francis and Springer Link.

2.1 Análisis del Ciclo de Vida

Como se ha explicado anteriormente, el ACV constituye una herramienta con un gran potencial que permite la cuantificación de los principales impactos que produce un edificio durante todo su ciclo de vida [24] y que permite determinar cuáles son los sistemas constructivos que producen un menor impacto ambiental, con el objetivo de buscar aquellas soluciones constructivas que minimicen el impacto ambiental generado.

De acuerdo con la Norma ISO 14050 [25], el ciclo de vida son etapas consecutivas asociadas a un determinado producto, considerando desde que se extrae las materias primas que lo conforman hasta su disposición final. La Norma ISO 14040 [26] define el término de ACV como la recopilación y evaluación de las entradas y salidas y los impactos ambientales que tiene un determinado producto a lo largo de su vida útil. Además, establece las etapas interrelacionadas a considerar en la realización de un ACV: objetivos y alcance, inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto y resultados [26]. La Norma EN 15804 [27] establece una clasificación para las etapas a considerar en el ciclo de vida: A1-3 fase de producción, A4-5 fase de construcción, B1-7 fase de uso, C1-4 fase de de-producción.

Existen numerosas publicaciones que realizan ACV aplicado a la arquitectura y a la construcción. Es frecuente encontrar estudios que se centran en el análisis de un material o elemento constructivo concreto, sin tener en cuenta su integración dentro del edificio. Liu et al. [28] realizan un ACV aplicado a un sistema de techo refrigerante. Pons et al. [29] centran su estudio en el ACV de una cubierta. Fraile García et al. [30] realizan un ACV centrándose en estructuras de hormigón armado. Fernández García et al. [31] realizan un estudio basado en ACV aplicado a diferentes tipos de particiones interiores. Iribarren et al. [32] se centran en la comparación de cerramientos compuestos por diferentes materiales mediante ACV. El estudio de Sierra Pérez et al. [33] consiste en la realización del ACV a diferentes tipos de

aislante térmico en cerramientos. Además, también existen diversos estudios y publicaciones que realizan ACV a edificios completos [34-38].

Son numerosos los autores que coinciden en la complejidad que conlleva la aplicación del ACV [17]. Esta complejidad se debe a la falta de estandarización en la metodología de aplicación. Es por este motivo que la mayoría de los estudios se centran en un elemento o material completo. Son pocos los estudios que analizan todas las fases del ciclo de vida según la clasificación de la Norma EN 15804 [27] y que estudian todas las categorías de impacto ambiental.

2.2 Vinculación BIM-ACV

Aunque la mayoría de la bibliografía pone de manifiesto el potencial que tendría la vinculación BIM-ACV [38] son escasos los estudios que realizan y aplican esa vinculación a casos prácticos.

En la mayoría de los casos de estudio el modelado BIM se realiza únicamente con el objetivo de obtener la cuantificación de materiales y elementos que componen un determinado edificio [36] debido a la complejidad de vinculación de los datos incluidos en el modelo BIM y las bases de datos de ACV. Además, de acuerdo con el estudio de Soust et al. [16], en el que se realiza un análisis pormenorizado de diferentes estudios de casos prácticos en los que se vincula BIM y ACV, la extracción y el intercambio de datos en la mayoría de los estudios que se realiza mediante tablas de cálculo, lo que supone una falta de automatización en el proceso.

2.3 Herramientas de vinculación BIM-ACV

En la actualidad se están desarrollando software para realizar ACV directamente desde modelos BIM de forma automática. Un ejemplo de estas herramientas es Tally [39], un plugin para Autodesk Revit que cuantifica el impacto ambiental que producen los materiales y elementos que componen un edificio basado en la metodología de ACV para diferentes categorías de impacto ambiental. Además, permite realizar un análisis comparativo, siguiendo esta metodología, entre varias opciones de diseño [39]. Actualmente, la aplicación está geográficamente adaptada para Estados Unidos [39]. Además de la herramienta Tally, el software Cocon-BIM [40] está dedicado al estudio de la calidad ambiental de los materiales, de los edificios y del ACV a través de los modelos BIM. El programa está adaptado a diferentes normativas europeas y se nutre de bases de datos provenientes de diversas fuentes de Francia, Alemania y Suiza [40].

Aunque existen estas herramientas no se ha encontrado en las bases de datos consultadas, ningún estudio de casos prácticos en los que se realice ACV a partir de modelos BIM empleando alguna de estas aplicaciones.

2.4 Aplicación BIM-ACV. Casos prácticos

En los últimos años, dentro de la línea de investigación en la que se enmarca esta comunicación, centrada en la búsqueda de modelos que minimicen el impacto ambiental, y dentro del Máster Universitario en Innovación en Arquitectura: Tecnología y Diseño (MIATD), se han desarrollado diferentes estudios y Trabajos Fin de Máster (TFM) en los que se realizan ACV partiendo de modelos BIM. A partir de estos trabajos se ha podido constatar la escasez de herramientas de vinculación BIM-ACV.

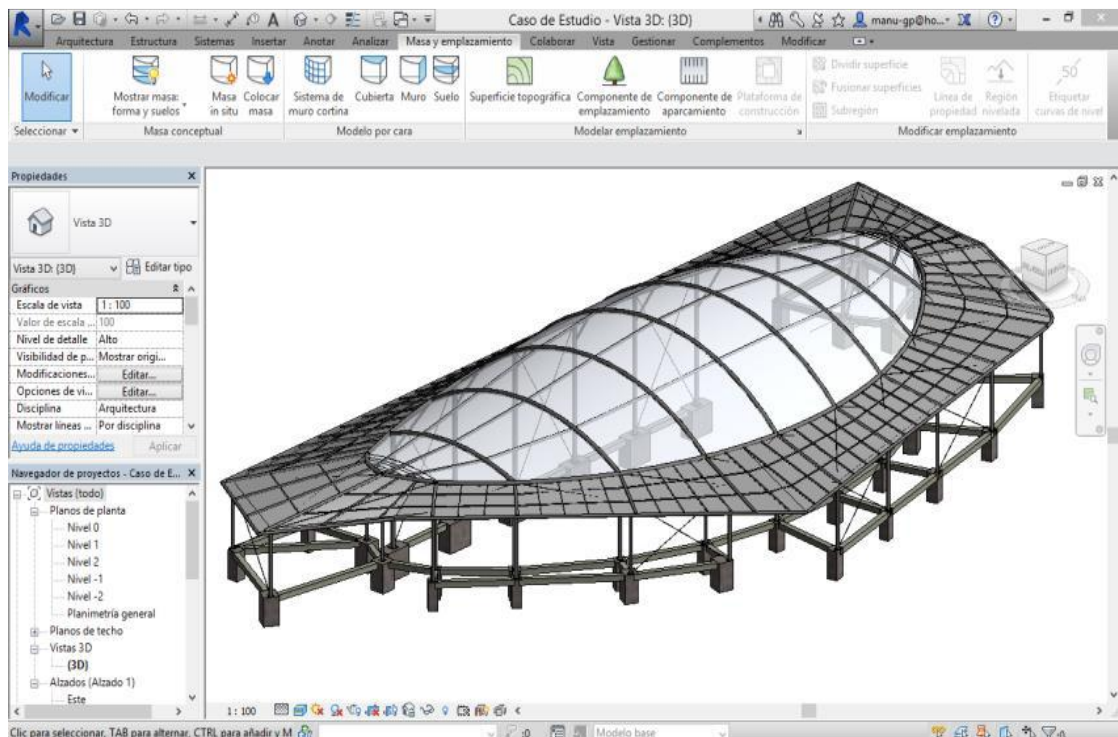


Fig. 1. Caso de estudio en BIM. 2014. TFM Manuel Gómez Pérez [42]

Mesa González en su TFM [41] pretende sentar las bases de la relación entre ligereza e impacto ambiental aplicando el análisis a un sistema ligero y de rápido montaje. Para el ACV parte de un modelo realizado en un programa de diseño paramétrico y diseña una herramienta de ecodiseño para evaluar los impactos ambientales producidos por sistemas ligeros y de rápido montaje. A partir de este primer trabajo desarrollado, y siguiendo esta línea de investigación, se han realizado diversos TFM [42-47] todos enfocados a la aplicación de ACV, siempre desarrollado a partir de modelos BIM de diferentes casos de estudio. El objetivo común de todos los trabajos consistió en averiguar cuál de los casos de estudio y sistemas constructivos analizados y comparados produce el menor impacto ambiental. Además, la finalidad de la realización de todos los trabajos anteriormente mencionados dentro de la línea de investigación y del MIATD es la creación de una base de datos de los impactos ambientales que producen diferentes modelos y sistemas constructivos, poniendo de manifiesto cuáles son aquellos casos de estudio que producen el menor impacto ambiental durante todo su ciclo de vida.

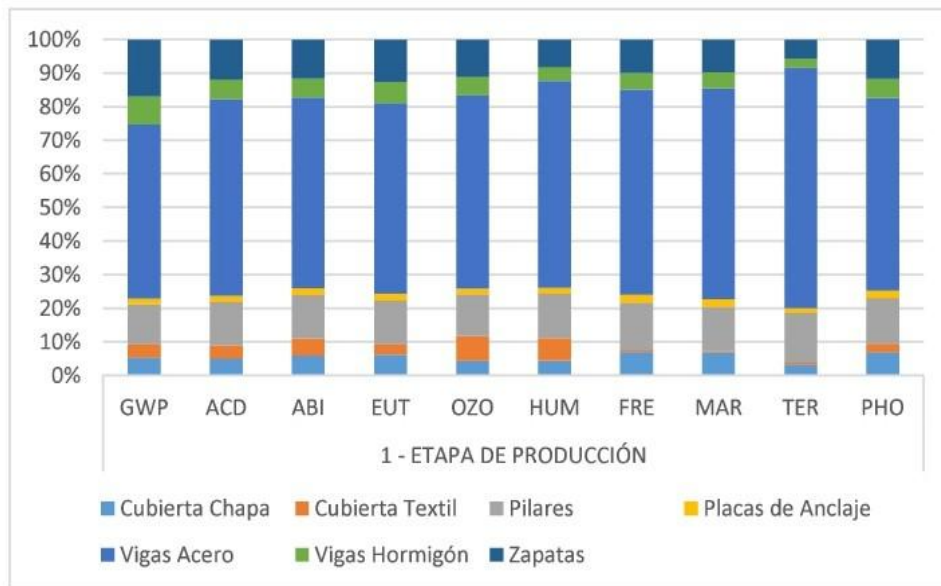


Fig. 2. Porcentaje valores ACV. 2014. TFM Gómez Pérez, Manuel [42].
 Categorías de Impacto analizadas: Calentamiento Global Potencial (GWP), Acidificación Potencial (ACD), Agotamiento Abiótico (ABI), Eutrofización Potencial (EUT), Agotamiento de la capa de ozono (OZO), Toxicidad humana (HUM), Ecotoxicidad de agua dulce (FRE), Ecotoxicidad agua marina (MAR), Ecotoxicidad terrestre (TER) y Oxidación fotoquímica (PHO).

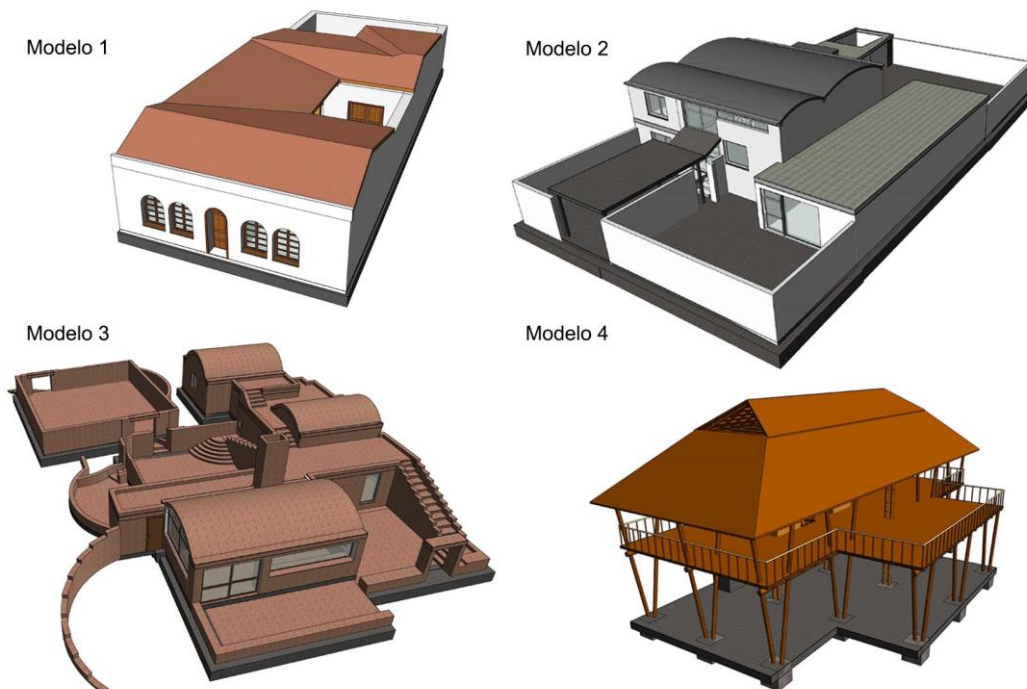


Fig. 3. Casos de estudio en BIM. 2015. TFM Ruiz Alfonsea, Marta [46]

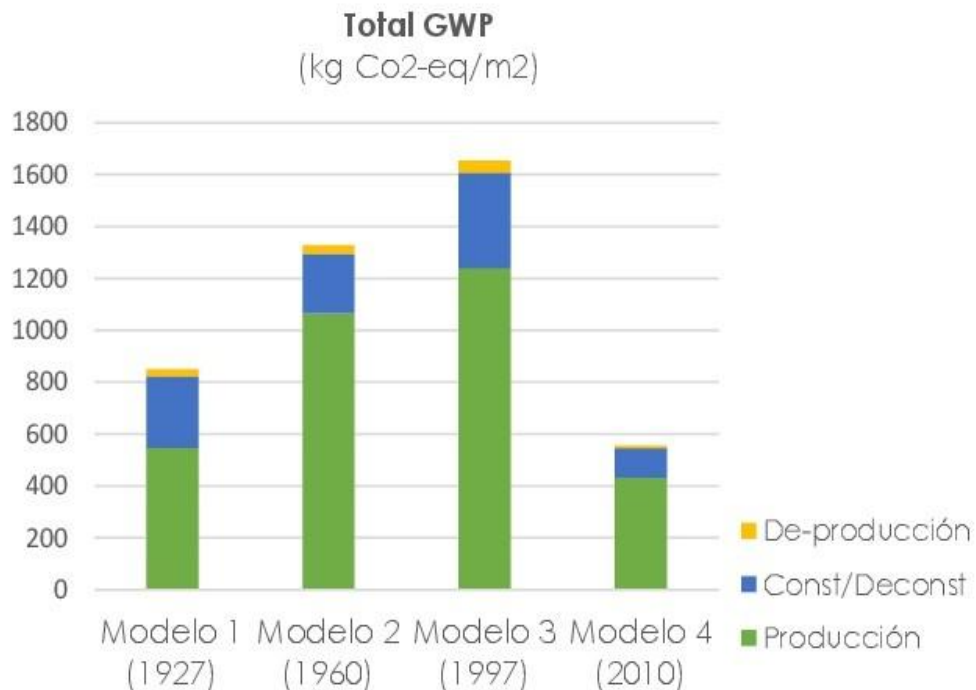


Fig. 4. Resultados ACV categoría de Impacto GWP. 2015. TFM Ruiz Alfonsea, Marta [46]

3 CONCLUSIONES

Para que se puedan obtener herramientas versátiles y eficaces para el uso diario es necesario estandarizar, en primer lugar, la metodología de desarrollo del ACV para edificios (que según las normativas que lo regulan, sigue siendo un proceso suficientemente abierto) para, posteriormente, estandarizar la vinculación con sistemas BIM.

La bibliografía que aborda la vinculación BIM-ACV en arquitectura, tal como se ha puesto de manifiesto en las referencias presentadas en esta comunicación, para análisis de edificios, es escasa. En todo caso la que se ha encontrado pone de manifiesto la necesidad, interés y beneficio de vincular estos dos conceptos.

Las herramientas existentes, que actualmente vinculan ACV-BIM, tienen poco alcance y no terminan de abordar por completo la problemática real que implica el análisis de un edificio y la toma de decisiones en fase de diseño. Tal como se ha puesto de manifiesto en los ejemplos analizados, son herramientas de evaluación que necesitan un elemento totalmente definido para poder obtener conclusiones, situación que se aleja de las exigencias del proceso de diseño arquitectónico. Así pues, queda patente que es necesario el desarrollo de una herramienta simplificada que permita obtener resultados de impacto ambiental desde las fases de diseño en tiempo real.

El trabajo realizado por los autores de esta comunicación en el entorno del Máster Universitario en Innovación en Arquitectura: Tecnología y Diseño, pone de manifiesto el

potencial real de la vinculación ACV-BIM y sus implicaciones en fase de diseño mediante el empleo de software de diseño paramétrico.

En la actualidad se está trabajando en el desarrollo de una herramienta específica ACV-BIM.

4 REFERENCIAS

- [1] *Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M.S., Eskicioglu, C., Sadiq, R. (2012). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. Clean Technologies Environmental. Policy, vol 15, no. 1, 81-91.*
- [2] *Wackernagel, M., Rees, W. (2014) Ecological Footprints for Beginners, The Ecological Design And Planning Reader. Island Press/Center for Resource Economics 501-505.*
- [3] *Karami, P., Al-Ayish, N., Gudmundsson, K. (2015). A comparative study of the environmental impact of Swedish residential buildings with vacuum insulation panels. Energy and Building, vol. 109 183-194.*
- [4] *European Commission, (2010). Energy Performance of Buildings. Directive 2010/31/EU (EPBD), Brusels.*
- [5] *Gundes, S. (2016). The Use of Life Cycle Techniques in the Assessment of Sustainability. Procedia – Social and Behavioral Sciences vol. 216, 916-922.*
- [6] *Sierra-Pérez, J., Boschmonart-Rives, J., Gabarrell, X. (2015). Environmental assessment of façade-building systems and thermal insulation materials for different climatic conditions. Journal of Cleaner Production, vol. 113, 102-113.*
- [7] *Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., Mckeown, C., Mcniff, S. (2013). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. Automation in Construction, vol. 36, 145-151.*
- [8] *EN 15978, BS EN 15978:2011 (2011). Sustainability of construction works – assessment of environmental performance of buildings – calculation method, Int. Stand.*
- [9] *EN 15643-1, EN 15643-1:2010 (2010). Sustainability of construction works – sustainability assessment of buildings – part 1: general framework, Int. Stand. 1-25.*
- [10] *EN 15643-3, EN 15643-3:2012 (2012) Sustainability of construction works – assessment of buildings – part 3: framework for the assessment of social performance, Int. Stand. (2012) 1-36.*
- [11] *Kang H.J. (2015). Development of a systematic model for an assessment tool for sustainable buildings based on a structural framework, Energy and Buildings, vol. 104, 287-301.*



- [12] Alwan, Z., Jones, P. Holgate, P. (2016). *Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling. Journal of Cleaner Production*, vol. 140, no. 1, 349-358.
- [13] Proietti, S., Sdringola, P., Desideri, U., Zepparelli, F., Masciarelli, F., Castellani, F. (2013). *Life Cycle Assessment of a passive house in a seismic temperate zone. Energy and Buildings*, vol. 64, 463-472.
- [14] Shadram, F., Johansson, T.D., Lu, W., Schade, J., Olofsson, T. (2016). *An integrated BIM-based framework for minimizing embodied energy during building design. Energy and Buildings*, vol. 128, 592-604.
- [15] Eleftheriadis, S., Mumovic, D., Greening, P. (2017). *Life cycle energy efficiency in building structures: A review of current developments and future outlooks based on BIM capabilities. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 67, 811-825.
- [16] Soust-Verdaguer, B., Llatas, C., García-Martínez, A. (2017). *Critical review of bim-based LCA method to buildings. Energy and Buildings*, vol. 136, 110-120.
- [17] Soust-Verdaguer, B., Llatas, C., García-Martínez, A. (2016). *Simplification in life cycle assessment of single-family houses: A review of recent developments. Building and Environment*, vol. 103, 215-227.
- [18] Kota, S., Haberl J.S., Clayton, M.J., Yan W. (2014). *Building information modelling (BIM)-based daylighting simulation and analysis. Energy and Buildings*, vol. 81, 391-403.
- [19] Bryde D., Broquetas, M., Volm, J.M. (2013). *The project benefits of building information modelling (BIM). International Journal of Project Management*, vol. 31, 971-980.
- [20] Jalaei, F., Jade, A. (2015). *Integrating building information Modelling (BIM) and LEED system at the conceptual design stage of sustainable buildings. Sustainable Cities and Society*, vol. 18, 95-107.
- [21] Antón, L., Álvarez Díaz, J., (2014). *Integration of life cycle assessment in a BIM environment. Procedia Engineering*, vol. 85, 26-32.
- [22] Kreiner, H., Passer, A., Wallbaum H. (2015). *A new systemic approach to improve the sustainability performance of office buildings in the early design stage. Energy and Buildings*, vol. 109, 385-396.
- [23] Gómez de Cózar, J.C., García Martínez, A., Ariza López, I., Ruiz Alfonsea, M. (2017). *Lightweight and quickly assembled: the most eco-efficient model for architecture. Journal of Computational Methods and Experimental Measurements*, vol. 5, no. 4, 539-550.
- [24] Pombo, O., Rivela, B., Neila, J. (2015). *The challenge of sustainable building renovation: assessment of current criteria and future outlook. Journal of Cleaner Production* vol. 123, no. 1, 1-13.



- [25] UNE-EN ISO 14050:2010. (2010). *Gestión ambiental. Vocabulario*. (UNE-ISO 14050:2009). AENOR, Ed. España.
- [26] UNE-EN ISO 14040:2006. (2006). *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia*. AENOR, Ed. España.
- [27] UNE-EN 15804:2012. (2012). *Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto*. AENOR, Ed. España.
- [28] Liu, S., Schulz, U. W., Sapar, M. J., Qian, S. (2016). *Evaluation of the environmental performance of the chilled ceiling system using life cycle assessment (LCA): A case study in Singapore*. *Building and Environment*, vol. 102, 207-216.
- [29] Pons, O., Nadal, A., Sanyé-Mengual, E., Llorach-Massana, P., Cuerva, E., Sanjuan-Delmàs, D., Muñoz, P., Oliver-Solà, J., Planas, C., Rovira, M. R. (2015). *Roofs of the Future: Rooftop Greenhouses to Improve Buildings Metabolism*. *Procedia Engineering*, vol. 123, 441-448.
- [30] Fraile-García, E., Ferreira-Cabello, J., Martínez-Camara, E., Jiménez-Macias, E. (2017) *Repercussion the use phase in the life cycle assessment of structures in residential buildings using one-way slabs*. *Journal of Cleaner Production*, vol. 143, 191-199.
- [31] Fernández García, Ferrández-García, A., Ibáñez-Forés, V., Bovea, M. D. (2015). *Eco-efficiency analysis of the life cycle of interior partition walls: a comparison of alternative solutions*. *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, 649-665.
- [32] Iribarren, D., Marvuglia, A., Hild, P., Guiton, M., Popovici, E., Benetto, E. *Life cycle assessment and data envelopment analysis approach for the selection of building components according to their environmental impact efficiency: A case study for external walls*. *Journal of Cleaner Production*, vol. 87, no. 1, 707-716.
- [33] Sierra-Pérez, J., Boschmonart-Rives, J., Gabarrell, X. (2015). *Environmental assessment of façade-building systems and thermal insulation materials for different climatic conditions*. *Journal of Cleaner Production*, vol. 113, 102-113.
- [34] Desideri, U., Arcioni, L., Leonardi, D., Cesaretti, L., Perugini, P., Agabiti, E., Evangelisti, N. (2014). *Design of a multipurpose “zero energy consumption” building according to European Directive 2010/31/EU: Life cycle assessment*. *Energy and Buildings*, vol. 80, 585-597.
- [35] Gervasio, H., Santos, P., Martins, R., Simoes da Silva, L. (2014). *A macro-component approach for the assessment of building sustainability in early stages of design*, *Building Environment*, vol. 73, 256-270.
- [36] Houlihan Wiberg, A., Georges, L., Dokka, T. H., Haase, M., Time, B., Lien, A. G., Mellegard, S., Maltha, M. (2014). *A net zero emission concept analysis of a single-family house*, *Energy and Buildings*, vol. 74, 101-110.

- [37] Iddon, C. R., Firth, S. K. (2013) *Embodied and operational energy for new-build housing: A case study of construction methods in the UK*. *Energy and Buildings*, vol. 67, 479-488.
- [38] Wong, J.K.W., Zhou, J. (2015). *Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review*. *Automation in Construction*, vol. 57, 156-165.
- [39] KT Innovations, Autodesk. (2016). *Tally-Autodesk*. <http://choosetally.com/>
- [40] Eosphère SARL. (2016). *Cocon-BIM*. <http://www.cocon-bim.fr/>
- [41] Mesa González, A. (2013). *Análisis de Ciclo de Vida de soluciones arquitectónicas ligeras y de rápido montaje: el Sistema Florín*. MIATD, Universidad de Sevilla.
- [42] Gómez Pérez, M. (2014). *Análisis medioambiental de sistemas constructivos y edificatorios. Desarrollo instrumental a partir de herramientas tipo BIM*. MIATD, Universidad de Sevilla.
- [43] Navarro Osto, A. (2014). *Arquitectura ligera y de rápido montaje: búsqueda de modelos. El Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de evaluación y corrección de los diseños*. MIATD, Universidad de Sevilla.
- [44] Fernández Lobato, L. (2015) *Análisis del Ciclo de Vida de los tres modelos ganadores de Solar Decathlon 2014. Obtención de parámetros para el diseño*. MIATD, Universidad de Sevilla.
- [45] Martín Miranda, M. D. (2015). *Análisis del Ciclo de Vida de Construcciones ligeras y de rápido montaje. La obra de Shigeru Ban*. MIATD, Universidad de Sevilla.
- [46] Ruiz Alfonsea, M. (2015). *Análisis del Ciclo de Vida de modelos habitacionales contruidos en entorno de clima tropical (Colombia, s. XX-XXI)*. MIATD, Universidad de Sevilla.
- [47] Molinero Morente, M. (2016). *Análisis del Ciclo de Vida de modelos constructivos tradicionales en entornos de clima tropical (Colombia, s. XVI-XIX)*. MIATD, Universidad de Sevilla.