



BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR LAS DIMENSIONES BIM EN EL ASPECTO ACADÉMICO DEL ARQUITECTO CONTEMPORÁNEO

Carlos González Cruz. Mexicano. arqcarlosglezcr@hotmail.com

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.

Verónica Leyva Picazo. Mexicana. veronica.leyva@uaq.mx

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.

Guillermo Iván López Domínguez. Mexicano. guillermo.lopez@uaq.edu.mx

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.

RESUMEN

Actualmente existen dos enfoques de trabajos que se utilizan dentro de la elaboración de proyectos arquitectónicos, la metodología BIM (Building Information Modeling, por sus siglas en inglés), y el enfoque de trabajo CAD (Computer-Aided Design, por sus siglas en inglés), siendo esta última la más utilizada en la formación del arquitecto en México. El principal propósito del presente artículo es mostrar los beneficios que existen al elaborar proyectos arquitectónicos mediante la integración de la metodología BIM en el ámbito académico. Mediante el análisis detallado de las “dimensiones BIM”, conocidas también como “beneficios BIM”, se pueden desarrollar diversas estrategias que permitan a los estudiantes y profesionistas de la carrera de arquitectura, implementar el enfoque de trabajo BIM en la elaboración de proyectos arquitectónicos, estos son desarrollados de una manera más rápida y precisa debido a sus múltiples funciones de simulación que permite prevenir posibles problemas que puedan existir en la fase constructiva de este. En el presente artículo se hace la sugerencia de adoptar la metodología BIM dentro de la formación del arquitecto, para que, al egresar de la licenciatura, puedan estar preparados con el enfoque de trabajo basado en la gestión de la información del proyecto arquitectónico.

Palabras clave: BIM, Dimensiones BIM, Simulación, Educación.

BENEFITS OF IMPLEMENTING BIM DIMENSIONS IN THE ACADEMIC ASPECT OF THE CONTEMPORARY ARCHITECT

ABSTRACT

Currently there are two work approaches that are used within the development of architectural projects, the BIM (Building Information Modeling) methodology, and the CAD (Computer-Aided Design) work approach, the latter being the most used in the formation of the architect in Mexico. The main purpose of this article is to show the benefits that exist when developing architectural projects by integrating the BIM methodology in the academic field. Through the detailed analysis of the "BIM" dimensions, also known as "BIM benefits", various strategies can be developed that allow students and professionals of the architecture career, to implement the BIM work approach in the elaboration of architectural projects, these are developed in a faster and more precise way, due to their multiple simulation functions that allow to prevent possible problems that may exist in the construction phase of this. In this article the suggestion is made to adopt the BIM methodology within the

Recibido: 29-07-20 | Aceptado: 07-09-20



architect's training, so that upon graduating from the degree, they can be prepared with the work approach based on the management of the architectural project information.

Keywords: BIM, BIM Dimensions, Simulation, Education.

INTRODUCCIÓN

La tecnología ha sido un factor importante desde la antigüedad hasta ahora, a partir de la década de los 80s, dentro del área de la construcción ha sido un factor importante en la elaboración de los proyectos arquitectónicos, por tal motivo, el arquitecto se vio en la necesidad de dejar a un lado las herramientas tradicionales de trabajo para comenzar a utilizar nuevas herramientas digitales que le permiten elaborar trabajos de manera más rápida y precisa. Los nuevos enfoques de trabajos que surgieron a partir de lo anterior, son conocidos como CAD y BIM. El enfoque CAD ha sido el más utilizado durante muchos años por su similitud con las herramientas tradicionales; el arquitecto cambió el lápiz por un ratón (mouse) y el papel por un monitor (Blanco, 2018). La implementación del enfoque de trabajo BIM dentro del ámbito profesional y académico, no ha tenido el mismo impacto como lo tuvo el enfoque CAD, por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo exponer los beneficios que existen al implementar el enfoque de trabajo que utiliza la metodología BIM dentro de la cuestión académica, siendo un proceso para la gestión de la información mediante un modelo 3D. Dentro del análisis de la metodología BIM se observa la existencia de múltiples beneficios que se obtienen al elaborar proyectos mediante dicha metodología, los cuales son conocidos como “Dimensiones BIM”, se trata de cinco dimensiones que van desde la 3D hasta la 7D, y abarcan todo el ciclo de vida del proyecto, de tal forma que se realiza un análisis de cada una de las dimensiones para presentar su impacto en la elaboración de proyectos y su aplicación dentro del entorno académico. La implementación de las dimensiones BIM se ven reflejadas dentro de diferentes herramientas digitales, que permiten compartir la información de los proyectos arquitectónicos entre ellos, de tal manera que este se desarrolla de una forma más completa en donde se pueden visualizar, por medio de simulaciones, los diferentes trabajos a ejecutar en la fase de construcción del proyecto arquitectónico.

METODOLOGÍA BIM

La industria de la construcción desarrolló dos enfoques de trabajo a partir de la segunda mitad de la década de los 80s. Uno de estos enfoques es la metodología BIM, la cual ha tenido diferentes interpretaciones a lo largo del tiempo. Se le considera como precursor del término a la empresa estadounidense “Autodesk”, la cual a partir de la compra de la empresa “Revit Technology Corporation” en el 2002, lanza un reporte técnico en donde presenta por primera ocasión el término BIM, este reporte presentaba lo siguiente: “una nueva estrategia para la aplicación de la tecnología de la información a la industria de la construcción: Building Information Modeling, adoptado del artículo elaborado por Simon J. Ruffle, quien utilizó el término “Building Model” por primera vez en 1985” (BIM Forum Chile, 2018).

Con lo antes mencionado, la empresa Autodesk desarrolla el término de lo que significa la metodología BIM, la cual se define de la siguiente manera: “BIM, es un proceso inteligente basado en modelos 3D que brinda a los profesionales de arquitectura, ingeniería y construcción, también conocido como el sector AEC (Architecture, Engineering and



Construction, por sus siglas en inglés), la información y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructura de manera más eficiente” (Autodesk, 2019).

Se puede apreciar que en la definición del BIM se tienen diversos conceptos, a partir de los cuales se puede entender con más detalle el concepto, se considera de mayor importancia la parte en la que estipula lo siguiente: “brinda [...] la información y las herramientas [...]”. Es necesario recalcar las palabras “información” y “herramientas” dentro del significado de lo que es BIM, ya que puede creerse que esta metodología es un programa (como podría serlo Revit o ArchiCAD), algo que se puede apreciar en la explicación de la empresa Graphisoft (2019) sobre lo que es BIM: “Algunos dicen que BIM es un tipo de software. Otros dicen que BIM es un modelo 3D virtual de los edificios. Otros dicen que BIM es un proceso [...]”, sin embargo, el mismo término desarrollado por Autodesk explica que es más que solo eso, por tal motivo se considera que es un enfoque diferente para desarrollar proyectos arquitectónicos.

Al emplear la metodología BIM permite que, los estudiantes y profesionistas dentro del sector AEC, desarrollen modelos 3D que almacenan la información correspondiente de cada una de las fases de los proyectos, de esta forma se generan simulaciones de los procesos con mayor facilidad; además de que se pueden detectar conflictos dentro de los trabajos en tiempo real y evaluar posibles soluciones para posteriormente proceder a tomar decisiones con respecto a la elaboración del proyecto arquitectónico, en consecuencia, se reduce el plazo de tiempo de ejecución de este, y la cantidad de inconvenientes que puedan surgir posteriormente en su ejecución (Oussouboure y Delgado, 2017).

DIMENSIONES BIM Y SU RELACIÓN CON LO ACADÉMICO

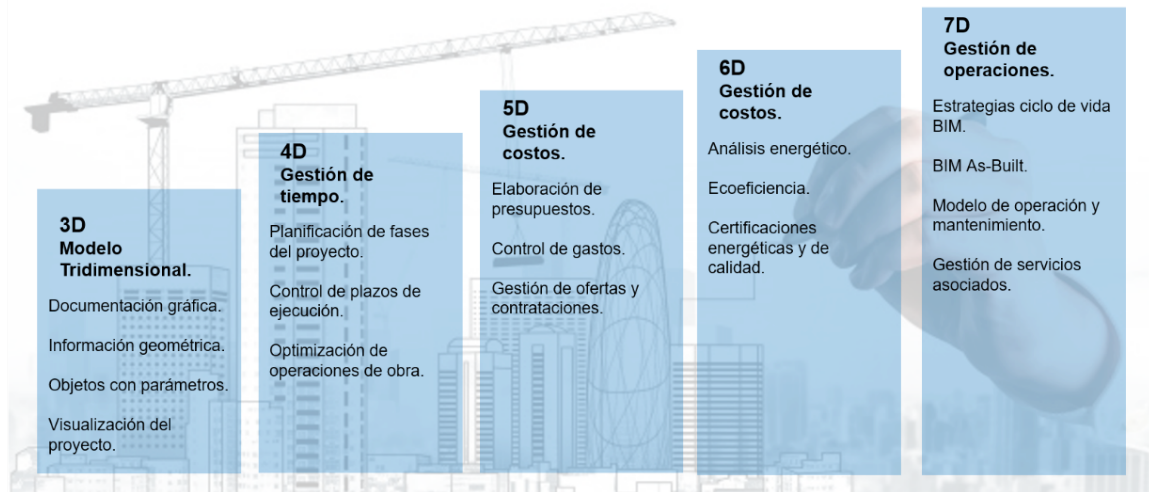
Dentro del enfoque de trabajo de la metodología BIM existen diversos puntos importantes que permiten, tanto al estudiante de la carrera de arquitectura como al profesionista, plantear el desarrollo de los proyectos de una manera diferente al enfoque tradicional. Los puntos relevantes para el presente artículo son los que se encuentran dentro de las “dimensiones BIM”, también conocidos como “beneficios BIM” por ser un factor importante en el desarrollo de proyectos dentro de esta metodología.

La metodología BIM se subdivide en diferentes etapas o fases, las cuales son consideradas como parte de los beneficios de emplearse para realizar proyectos arquitectónicos, algunos de estos beneficios se pueden observar de manera resumida en la Figura 1. Dentro del ámbito académico, se pueden emplear a través de la enseñanza de diferentes herramientas digitales que permiten, tanto al estudiante como al docente, relacionar toda la información que existe dentro de un proyecto que se encuentren realizando en la asignatura.

A continuación, se explica cada una de las dimensiones y su aporte específico dentro del entorno académico.



Figura 1. DIMENSIONES BIM.



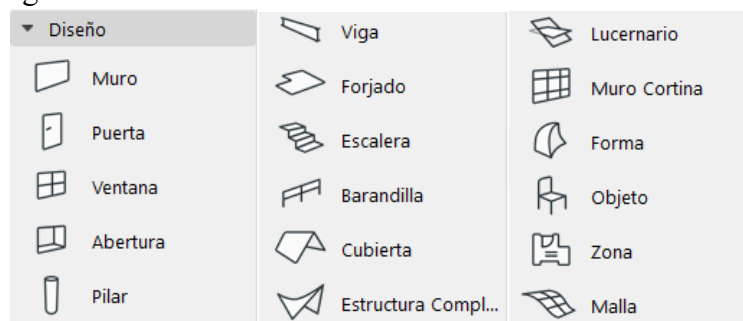
Fuente: Elaboración propia con información de Entorno BIM (2017).

3D - Modelado

Como se menciona anteriormente, los proyectos realizados por medio de la metodología BIM se basan a partir de un modelo 3D, las herramientas BIM permiten la elaboración de modelos a base de parámetros, es decir, ya no es necesario dibujar un proyecto arquitectónico a partir de líneas. Programas como Revit, ArchiCAD, AutoCAD Architecture, entre otros, permiten crear elementos que se emplean dentro de la industria AEC a partir de parámetros específicos que se encuentran integrados dentro del mismo programa por medio de diferentes herramientas. Los elementos se pueden crear en una vista 2D o 3D, lo que permite generar la documentación respectiva de cada elemento utilizado, así mismo la visualización de estos se define por medio de un panel en donde se pueden encontrar las definiciones para la vista correspondiente.

La Figura 2 muestra la integración de algunas de las herramientas, que se utilizan en el programa ArchiCAD 23, dentro de una barra de herramientas general.

Figura 2. BARRA DE HERRAMIENTAS DE ARCHICAD.



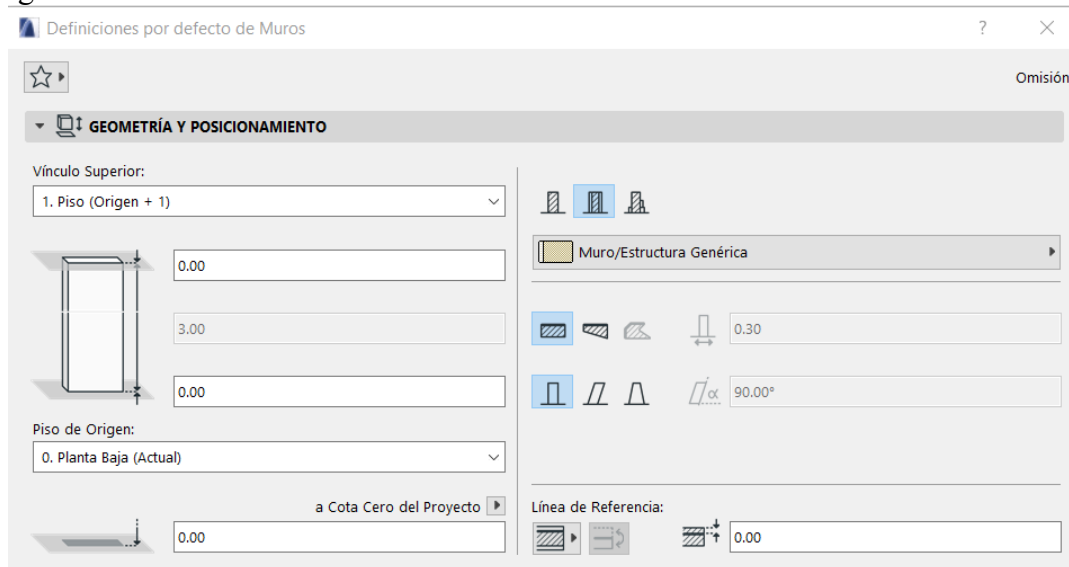
Fuente: Elaboración propia con de información del programa ArchiCAD 23.



Cada uno de estos elementos que se encuentran dentro de la barra de herramientas (Ver Figura 2) cuenta con sus parámetros específicos que pueden ser modificados de la forma que se requiera para el proyecto a realizar. Dentro del entorno académico, la dimensión BIM 3D permite que el estudiante tome decisiones proyectuales y constructivas mientras va modelando el proyecto, es decir, estas herramientas contribuyen a que el estudiante pueda observar y evaluar las diferentes soluciones que pueden existir de acuerdo con las dificultades que puedan surgir, en la Figura 3 y Figura 4 se observa el editor de parámetros de la herramienta “muro” dentro del programa ArchiCAD 23.

Las diferentes herramientas digitales dentro de la metodología BIM cuentan con estos paneles que permite modificar los elementos de acuerdo con el proyecto a elaborar. En la Figura 3 se observan los parámetros generales de un muro, en donde se puede modificar desde la forma, los materiales, la composición, el origen y el límite que puede tener en su altura. Por otro lado, dentro del panel también se puede modificar la parte de la documentación (Ver Figura 4), de tal manera que se puede controlar la representación gráfica de los diferentes planos o vistas que se desean realizar.

Figura 3. DEFINICIONES DE GEOMETRÍA Y POSICIONAMIENTO DE MUROS.



Fuente: Elaboración propia con información del programa ArchiCAD 23.



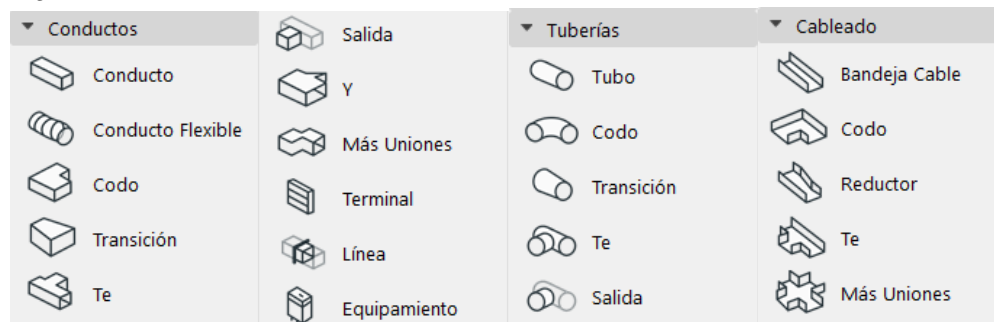
Figura 4. PROPIEDADES DE LA DOCUMENTACIÓN 2D PARA EL ELEMENTO MURO.



Fuente: Elaboración propia con información del programa ArchiCAD 23.

A partir de este modelo 3D, que funciona como modelo arquitectónico base, se empiezan a desarrollar el resto de los diferentes modelos que se necesitan para desarrollar un proyecto arquitectónico más completo. Es decir, mediante este modelo se puede comenzar a implementar la parte estructural o la parte MEP (Mechanics, Electrical, Plumbing, por sus siglas en inglés), en la Figura 5 se observan las barras de herramientas correspondientes a los sistemas MEP mencionados.

Figura 5. BARRA DE HERRAMIENTAS DE LOS SISTEMAS MEP EN ARCHICAD.

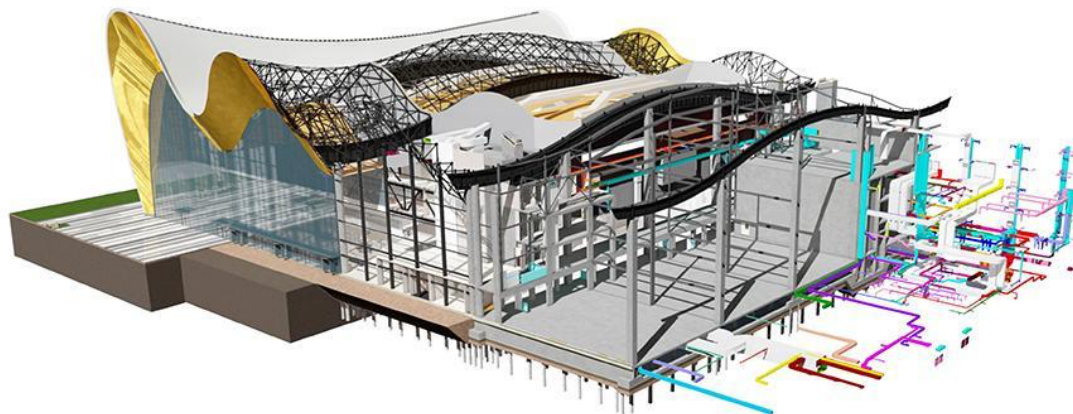


Fuente: Elaboración propia con información del programa ArchiCAD 23.

Con todo lo anterior mostrado, se observa que se pueden elaborar proyectos arquitectónicos mediante la dimensión BIM 3D en los que se aprecian los posibles problemas constructivos que puedan existir, evaluando sus posibles soluciones y seleccionando aquella que es más factible dentro del proyecto, como se muestra en la Figura 6. Dicho de otra manera, se realiza la simulación del proyecto arquitectónico con una base de datos integrada.



Figura 6. IRINA VINER-USMANOVA RHYTHMLC GYMNASTICS CENTER IN THE LUZHNLKL COMPLEX, MOSCOW, RUSSIA. CPU PRIDE
WWW.PRIDEPROJECT.PRO.



Fuente: Graphisoft (2021). Nuestras soluciones – Descubre Archicad.

Es por esto que el beneficio de emplear la dimensión BIM 3D va más allá que solo visualizar un proyecto mediante un modelo 3D, sino que además mejora la comprensión del proyecto por parte del cliente, docente y el mismo estudiante, así como la intervención para mejorar el resultado final de este en las primeras etapas de su elaboración (Oliver, 2015).

4D – Gestión de Tiempo

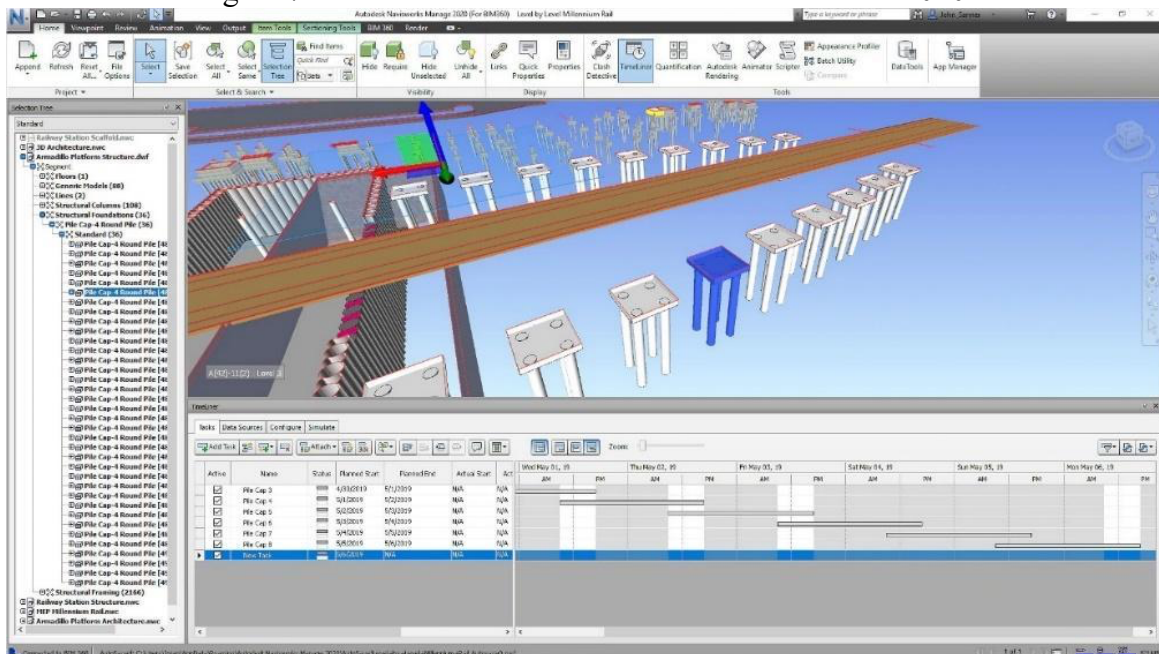
La dimensión BIM 4D es conocida por su relación al entorno constructivo, las herramientas digitales que se encuentran dentro de esta dimensión permiten realizar simulaciones de las diferentes fases de la construcción o diseñar el plan de ejecución de la obra para poder compartirlo con los diferentes agentes involucrados en el proceso del proyecto (Oliver, 2015).

La implementación de esta dimensión dentro del ámbito académico permite al estudiante desarrollar programas de obras mediante información que ha generado anteriormente en la dimensión BIM 3D, analizando y evaluando las diferentes etapas de construcción por medio de la simulación que permiten las herramientas digitales.

Programas como Navisworks de Autodesk, y Synchro de Bentley, son ejemplos de herramientas digitales en las cuales se aplica de la dimensión BIM 4D, se exporta un modelo 3D elaborado anteriormente con algún programa como los mencionados en la dimensión anterior, y por medio de un panel se va realizando la programación detallada para administrar la construcción de la obra (Ver Figura 7).



Figura 7. INTERFAZ DE NAVISWORKS MANAGE 2020.



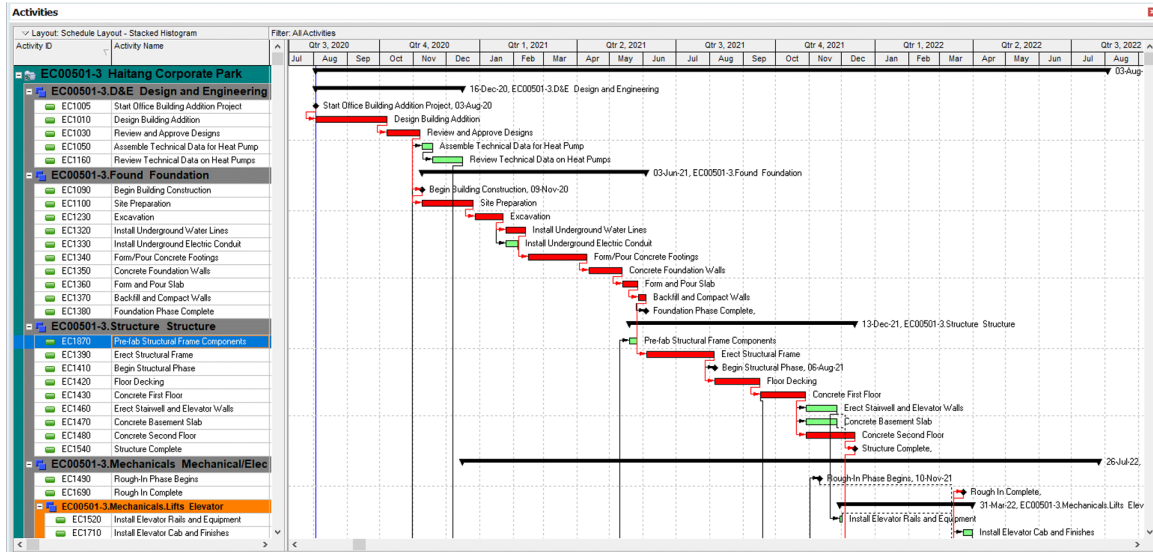
Fuente: Autodesk (2021). Navisworks. Overview – Control schedules and costs using 4D and 5D simulation.

Es importante recalcar que estos programas no se utilizan para modelar, sino que, como se menciona anteriormente, se utiliza un modelo generado a partir de otro programa. Este modelo se prepara de tal manera que permita dividir los elementos constructivos de tal manera que se puedan organizar según la etapa o fase constructiva en la que se vaya a realizar. En otras palabras, los elementos son organizados constructivamente, aquellos que pertenecen a la cimentación del proyecto se encuentran separados de los muros o losas, de tal manera que se pueda realizar una simulación del orden específico con el que se realizará la ejecución de cada uno de los trabajos asignados.

La metodología BIM permite compartir información desde diferentes programas, de tal manera que los programas ya mencionados permiten importar calendarios de obras realizados por programas externos, estos deben tener un formato de diagrama de Gantt, por lo que programas como Primavera y Microsoft Project pueden ser utilizados para elaborar previamente estos trabajos y posteriormente simularlos con las herramientas debidas (Ver Figura 8).



Figura 8. INTERFAZ DE PRIMAVERA P6.



Fuente: Oracle (2021). Explore Primavera P6 EPPM, Características del producto.
Programación del método de ruta crítica (CPM) de Primavera P6.

La dimensión BIM 4D muestra el proceso de ejecución de un proyecto por medio de un *time-lapse*, visualizando el avance de la obra, el equipo y los medios por los cuales se realizarán las diferentes actividades, así como prevenir las interferencias que pudieran surgir o las medidas de salud y seguridad para que la ejecución se logre de manera correcta.

La ventaja más clara de la integración de la planificación constructiva del proyecto es el poder visualizar el trabajo final mediante una secuencia animada del mismo, de este modo, el estudiante puede evaluar dichas actividades para optimizar el desarrollo del proyecto y eficientes los costos de los trabajos a realizar.

5D – Gestión de Costos

Como su nombre lo indica, la dimensión 5D abarca la parte de los costos dentro del proyecto arquitectónico, esta dimensión es fundamental en la elaboración de este proyecto para analizar y valorar la viabilidad de las soluciones constructivas que se están implementando. Al ya contar con un modelo 3D en donde se tiene la información geométrica de los diferentes elementos utilizados dentro del proyecto, es decir, para realizar la estimación de costos dentro del proyecto, basta con agregar y sumar el precio unitario de cada tipo de elemento paramétrico, según la cantidad y tipo de parámetros que se encuentren integrados con el elemento, es posible generar de manera automática diferentes tipos de tablas que contengan la información relacionada a las cantidades y elementos relacionadas con los diferentes parámetros (Zita, 2018).

No sólo es posible integrar la dimensión de la gestión de costos dentro del modelo 3D, sino también dentro del modelo 4D, la integración dentro de las dimensiones mencionadas anteriormente hace que el análisis de los costos se realice de manera integrada con todas las etapas del proyecto arquitectónico, como menciona Oliver (2015) en su investigación:

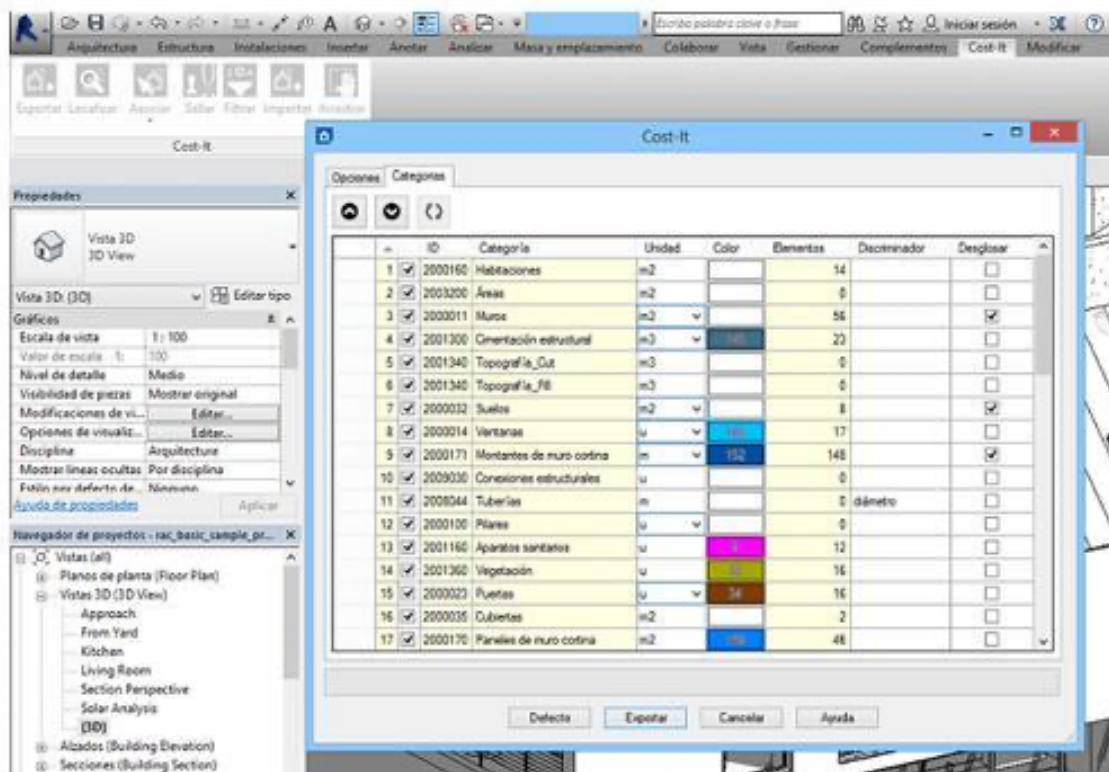


Si este presupuesto lo enlazamos ahora con el coste de la contratación de distintas unidades de obra con las empresas subcontratadas, industriales y suministradores, tendremos la estimación de beneficios inicial de la empresa adjudicataria. Y si ahora lo enlazamos con la programación de la ejecución, esto es, con el modelo 4D BIM, dispondremos de la planificación de la gestión económica de la misma, con sus flujos de caja de ingresos por certificaciones y pagos a subcontratas (Oliver, 2015, p.94).

Algunos de los principales programas que existen para desarrollar presupuestos se han adaptado a otros más por medio de *plug-ins* que permiten conectar su motor de cálculo con los modelos BIM, así, por ejemplo, Presto de Soft, Arquímedes de CYPE o Gest de Artek, pueden ser conectados a programas como Revit de Autodesk o ArchiCAD de Graphisoft, realizando cambios en tiempo real de acuerdo con las medidas o los costos que se encuentran utilizando dentro del modelo.

A continuación, se muestra un ejemplo (Figura 9) del *plug-in* de Presto implementado en Revit, en donde se observa la ventana que permite organizar los diferentes elementos dentro del proyecto; de este modo llevar una cuantificación de los elementos para poder asignar la unidad de medida correspondiente para su cuantificación.

Figura 9. PLUG-IN PRESTO DENTRO DE REVIT.



Fuente: Presto (2019).



Dentro de la parte académica, la implementación de esta dimensión proporciona un criterio económico dentro de la elaboración del proyecto arquitectónico, tanto por la gestión y la selección de los materiales que serán utilizados, como por la organización de los diferentes conceptos del presupuesto que permite complementar el orden de la simulación de los trabajos que se realizaron previamente en la dimensión BIM 4D (García, Verdú, de la Peña, López, 2017).

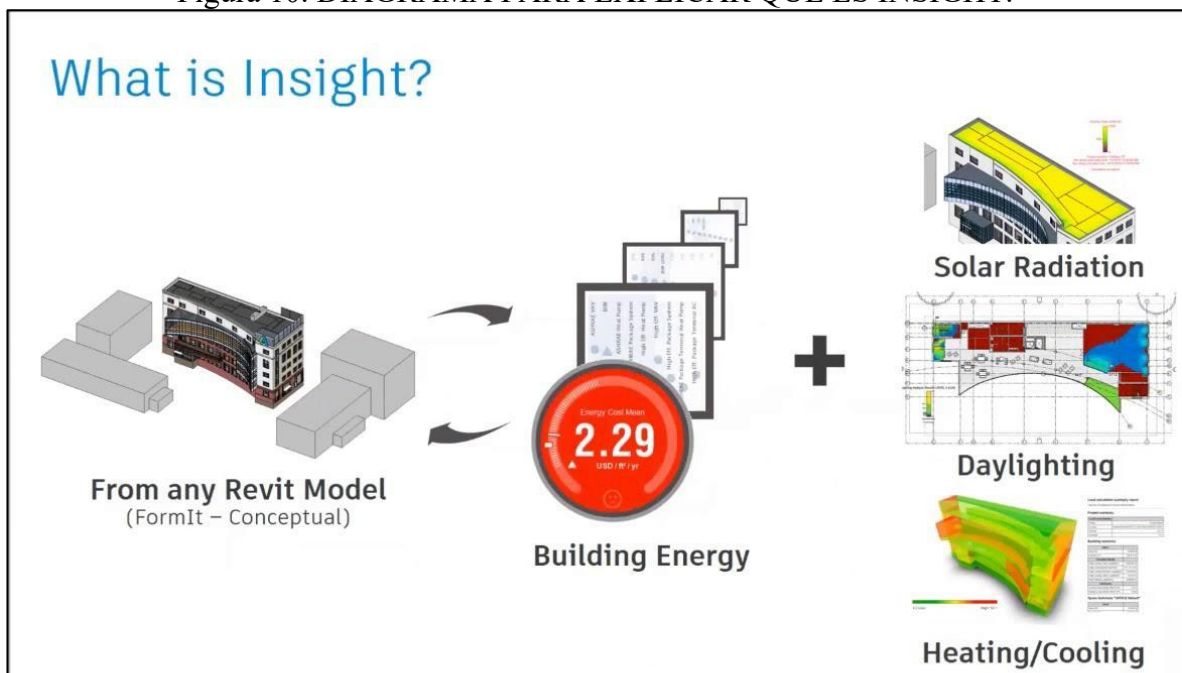
6D – Sostenibilidad

Esta dimensión toma en cuenta todos los factores climáticos y energéticos para dar soluciones óptimas dentro de los proyectos arquitectónicos por medio de la simulación. La dimensión BIM 6D permite analizar alternativas óptimas teniendo en cuenta las cinco dimensiones de las fases del proyecto (Amador, 2019).

Como se menciona en el párrafo anterior, la integración de la dimensión BIM 6D permite simular y conocer el grado de sostenibilidad que tendrá el proyecto desde sus etapas más tempranas de diseño. Se puede decir también que es de las dimensiones más relevantes en los tiempos actuales, ya que es conocida también como Green Dimension o Dimensión Verde (García et al, 2017).

Algunos de los programas que se utilizan dentro de esta dimensión son EnergyPlus, Flow Designa e Insight, estos dos últimos son parte de la empresa Autodesk, lo que permite su integración en Revit. La Figura 10 muestra un poco de la simulación que puede ser realizada por medio de Insight.

Figura 10. DIAGRAMA PARA EXPLICAR QUÉ ES INSIGHT.

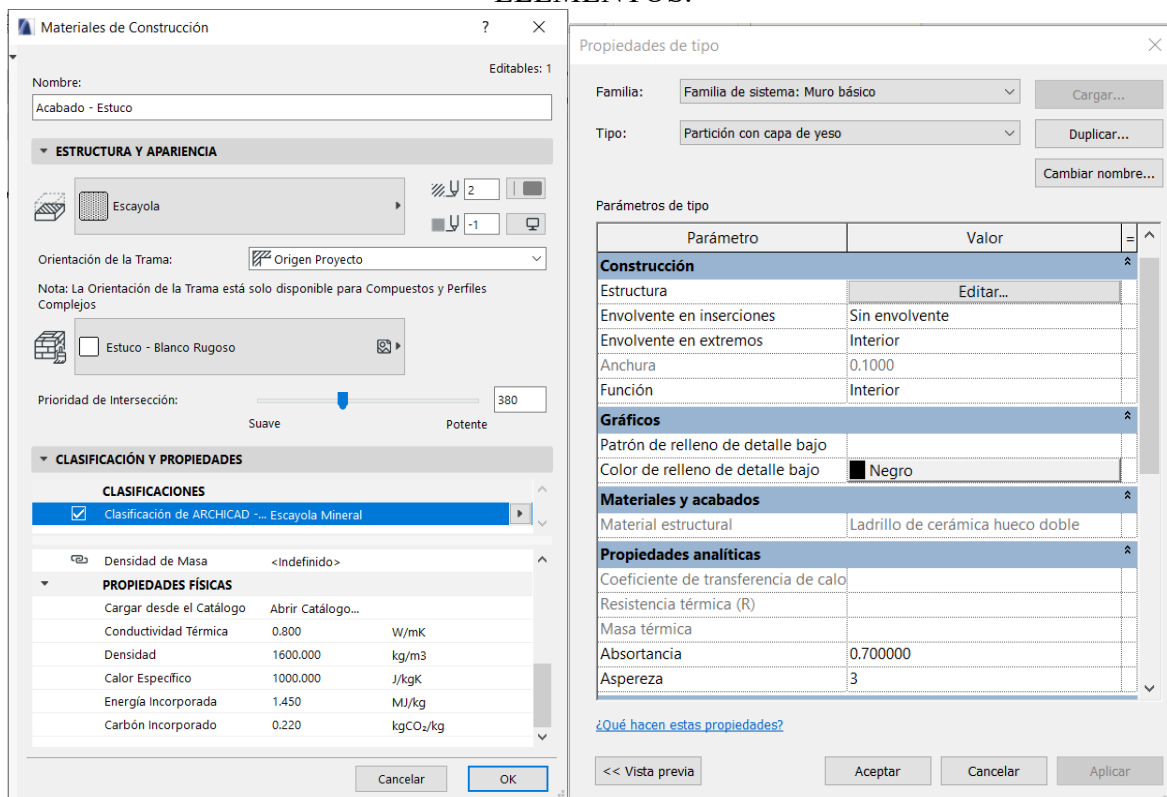


Fuente: YouTube: Autodesk Insight webinar part 1: Learn everything about Insight (2018).



Las herramientas digitales BIM como Revit o ArchiCAD, cuentan con los parámetros necesarios para que los programas de simulación energética puedan realizar esta de la manera más eficiente posible. Como se menciona en el apartado de la dimensión BIM 3D, al ser elementos paramétricos, cuentan con diferente información que se utiliza dentro de la metodología BIM, las propiedades físicas son parte de la información de los elementos paramétricos (Ver Figura 11), las cuales pueden ser modificadas según el material que se desea crear para utilizarlo dentro del proyecto.

Figura 11. PROPIEDADES FÍSICAS PARAMÉTRICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS.



Fuente: Elaboración propia con información de ArchiCAD 23 y Revit 2020 respectivamente.

Es importante mencionar que existen certificaciones alrededor del mundo que premian a los proyectos que hacen uso de la dimensión mencionada, algunos de los más reconocidos a nivel mundial son el LBC (Living Building Challenge, por sus siglas en inglés), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, por sus siglas en inglés), Energy Star y Passivhaus. Mientras que en México existen algunas otras como Sí Se Vive, Hipoteca Verde del Infonavit y el PCES (Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables).

La implementación de esta dimensión en la parte académica permite analizar y evaluar las diferentes soluciones prácticas para desarrollar el proyecto arquitectónico de una manera más completa y amigable con el usuario y el ambiente, aprovechando al máximo los diferentes materiales que se pueden utilizar dentro del mismo, así como las soluciones climáticas pasivas que puedan ser observadas previamente a su ejecución, teniendo en cuenta el impacto



ambiental que el proyecto tendrá, así como las diferentes certificaciones que se pueden lograr al desarrollar esta dimensión en estos.

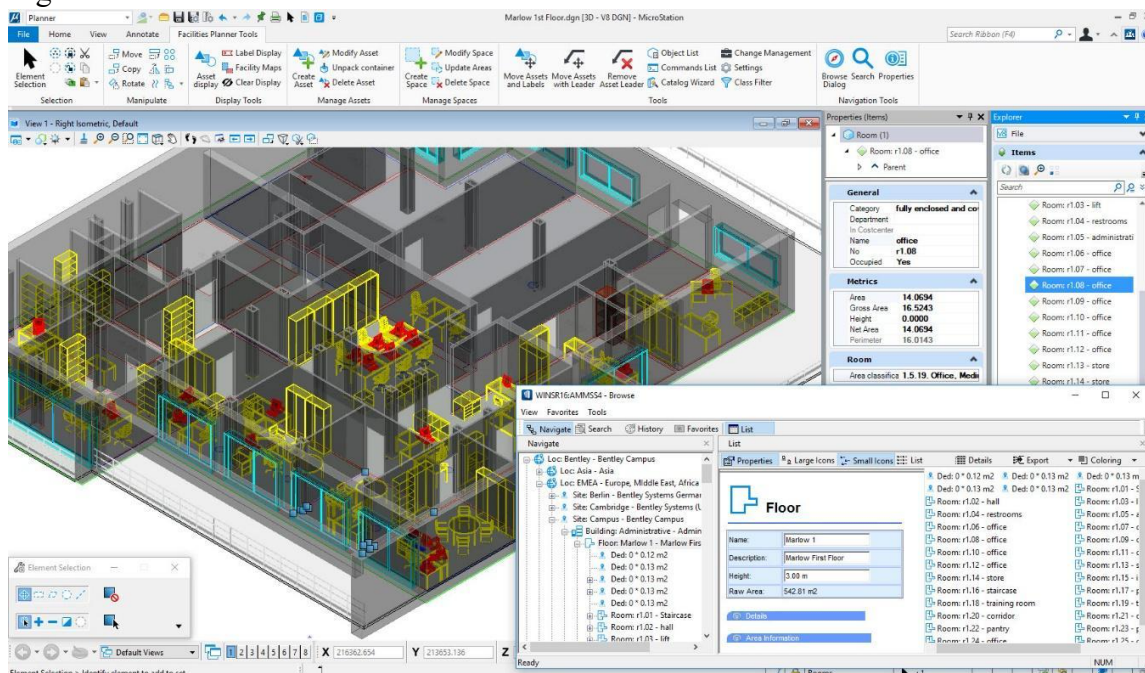
7D – Mantenimiento.

La última dimensión BIM es la que permite culminar con el ciclo de vida del edificio. Se trata de la dimensión que se encarga de la gestión del proyecto en su fase operativa, es decir, el modelo generado con la dimensión BIM 7D permite tener un control en la logística del edificio, así como el mantenimiento, reparaciones y mejoras que puedan existir dentro de este (Oliver, 2015). Los diferentes programas digitales pueden almacenar todas las características y de los elementos que han sido utilizados en el proyecto como se ha mencionado anteriormente, estos parámetros son las dimensiones, costos, planes de mantenimiento, etc. Algunos de estos son ArchiFm de Graphisoft, Alfa de Nemetschek y Bentley Facilities de Bentley, mediante la exportación de modelos BIM elaborados con cada una de las dimensiones previamente explicadas, es posible tener un control de los parámetros que ya se han mencionado.

La visualización de la información puede ser en 2D, por medio de tablas y planos que muestren a detalle la información requerida, o en 3D, generando una interacción entre los elementos existentes (Figura 12), tal y como se expresa dentro de la descripción del programa Bentley Facilities Planner:

Bentley Facilities Planner permite un acceso rápido y fácil a la información sobre la ubicación y el estado del espacio y los activos. Hace que esta información esté disponible sobre la marcha, visualizada en un dibujo utilizando pantallas 2D o 3D, etiquetas o mapas interactivos de las instalaciones, o mediante informes alfanuméricos (Cocchi, 2016).

Figura 12. INTERFAZ DE BENTLEY FACILITIES PLANNER.



Fuente: Bentley Communities (2016). Bentley Facilities: Facilities Planner.



Dentro del enfoque académico, esta dimensión permite al estudiante de arquitectura analizar y valorar la selección de ciertos materiales y equipos para el proyecto a ejecutar, analizando el tiempo de vida de cada uno de estos elementos que puedan existir durante toda la fase de uso del inmueble, el cual se estima que tenga una duración de cincuenta años de vida antes de proceder a una de las siguientes fases, estas son la demolición o remodelación del mismo.

CONCLUSIÓN

La metodología BIM tiene múltiples ventajas al ser implementada desde una etapa muy temprana en el ámbito académico del arquitecto. La integración de cada una de las dimensiones permite que los arquitectos en formación, y profesionistas, desarrollen proyectos arquitectónicos con la menor cantidad de errores que sean posibles, ya que, gracias a su enfoque dentro de la gestión de información, y a la simulación que se presenta dentro de los diferentes programas digitales, es posible tener un mayor control sobre lo que se proyecta, analizando y valorando las posibles soluciones existentes para su correcta elaboración. Es por lo anterior mencionado, que se recomienda integrar esta metodología en la formación del arquitecto, ya que, si bien el enfoque CAD ha servido para realizar proyectos de manera más rápida, sigue siendo una sustitución de las herramientas tradicionales (lápiz y papel) por herramientas digitales con el mismo enfoque (mouse y monitor). El cambio de enfoque dentro de la educación del arquitecto es esencial para el crecimiento del mismo, esto le permitirá crecer profesionalmente en un ámbito internacional, ya que la metodología BIM se utiliza en muchas partes del mundo para colaborar en diferentes proyectos por medio de la compartición de información.

REFERENCIAS

- Amador, E. (noviembre del 2019). *Integración de la norma técnica Complementaria para el diseño arquitectónico en modelos de información para la construcción – BIM*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Autodesk. (2019). Autodesk: *¿Qué es BIM?* Recuperado de <<https://www.autodesk.com/solutions/bim>>
- Autodesk. (2021). *Autodesk Navisworks. Overview, Control schedules and costs using 4D and 5D simulation*. Recuperado de <<https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview?plc=NAVMAN&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>>
- Autodesk Building Solutions. (2018). Autodesk Insight webinar part 1: Learn everything about Insight [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=1nkK4yjQcfQ>
- BIM Forum Chile. (2018). *BIM Forum Chile: ¿De Dónde Salió el Concepto BIM? Algunas Aclaraciones*. Recuperado de <<http://www.bimforum.cl/2018/06/01/de-donde-salio-el-concepto-bim-algunas-aclaraciones/>>
- Blanco, M. (2018). *Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.



- Cocchi, S. (2016). *Bentley Facilities: Facilities Planner. Bentley Communities*. Recuperado de <https://communities.bentley.com/products/building/building_analysis___design/w/building_analysis_and_design_wiki/31655/bentley-facilities>
- Entorno BIM. (2017). *Las dimensiones BIM para los no iniciados en la materia. Blog, Todo lo que necesitas saber sobre la metodología BIM*. Recuperado de <<http://blog.entornobim.org/las-dimensiones-bim-los-no-iniciados-la-materia/>>
- García de Frutos, D., Verdú, A., de la Peña, E. y López, O. (2017). Desarrollo de una metodología basada en el aprendizaje multidimensional en las disciplinas técnicas. *ABE, Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación*, 1(1), 27-36.
- Graphisoft. (2019). *Graphisoft: Acerca de BIM*. Recuperado de <https://www.graphisoft.lat/archicad/open_bim/about_bim/>
- Graphisoft. (2021). *Graphisoft: Nuestras soluciones: Descubre Archicad*. Recuperado de <<https://graphisoft.com/es/solutions/products/archicad>>
- Oliver, I. (2015). *Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación. Diseño de una propuesta*. Valencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- Oracle. (2021). Explore Primavera P6 EPPM. *Características del producto, Programación del método de ruta crítica (CPM) de Primavera P6. Página oficial de Oracle*. Recuperado de <<https://www.oracle.com/mx/industries/construction-engineering/primavera-p6/>>
- Oussouboure, G. y Delgado, R. (2017). La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11(1).
- Presto. (2019). *Presto*. Recuperado de <<http://prestosoftware.mx/presto/>>
- Zita, A. (2018). *Building Information Modeling (BIM) Applications in an Education Context*. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature.