

Gestión de datos de la construcción utilizando modelos BIM

Construction data management using BIM models

Diana Rosa Prieto del Rio

diana.prieto@uic.cu • <https://orcid.org/0000-0002-6122-509X>

UNIÓN DE INFORMÁTICOS DE CUBA

Recibido: 2024-01-18 • Aceptado: 2024-04-28

RESUMEN

Durante estos últimos años se está dando a conocer una nueva metodología de trabajo para proyectos de construcción, llamada Building Information Modeling (BIM), específicamente en los sectores de arquitectura, ingeniería y construcción, la cual está llamada a ser el futuro de este mercado. En la actualidad, los sistemas de gestión de proyectos aplicados al sector de la construcción si bien han tenido un considerable avance a nivel mundial, en Cuba su implementación es aún limitada y utilizada sobre todo en empresas de proyectos, donde han demostrado su efectividad en los resultados económicos y productivos. Sin embargo, al final —y de manera general— se mantiene una resistencia al cambio en la forma de trabajar. Por ello, este artículo tiene como objetivo conceptualizar y mostrar los beneficios, usos y análisis de la metodología BIM frente a la metodología tradicional para elaborar proyectos de construcción. En el ámbito de la normalización, esta actividad es también creciente, por lo que se mencionan aquí algunos de los estándares relacionados con la gestión de la información, mediante BIM.

Palabras clave: metodología BIM, gestión de la información, sistemas de gestión, arquitectura, construcción.

ABSTRACT

In recent years, a new work methodology for construction projects called Building Information Modeling (BIM) has been released; specifically, in the architecture, engineering and construction sectors and is called to be the future of this market. At present, the project management systems applied to the construction sector, although they have had considerable progress worldwide, in Cuba the implementation of BIM is still limited and mainly used in Project Companies, in which they have demonstrated its effectiveness in the productive economic results of these. However, in the end and in a general way there is resistance to change in the traditional way of working. Therefore, this work aims to conceptualize, show the benefits, uses and analysis of the BIM methodology compared to the traditional methodology of elaboration of projects under construction. In the field of standardization, activity in this

area is also growing, which is why some of the standards related to information management through BIM are also mentioned.

Keywords: BIM methodology, information management, management systems, architecture, construction.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha visto un cambio rápido hacia la digitalización en el sector de la construcción, evolución que ha traído consigo un aumento palpable de la cantidad de datos que se generan e intercambian en cualquier proyecto constructivo. Una de las características que marcan este sector es la complejidad (Ocampo, 2015), pues los proyectos son de carácter temporal, en el proceso intervienen varios agentes, el origen de los datos es muy diverso y las herramientas que se utilizan para generarlos y gestionarlos varía según los equipos de trabajo donde se encuentran involucrados en un proyecto. Cada vez se hace más necesario automatizar el intercambio y la gestión de la información de forma integrada, a lo largo del ciclo de vida de una edificación. En el contexto actual, además, se impone la utilización de estándares abiertos de referencia, en base a los cuales poder garantizar la compatibilidad de las herramientas que existen en el mercado.

La transformación digital (TD) ha calado en todos los sectores, incluido el inmobiliario. BIG Data, la Inteligencia Artificial o el Building Information Modeling (BIM) y el IoT (Internet de las Cosas) se presentan como las grandes tendencias tecnológicas. La apuesta de aplicar procesos innovadores a la construcción y todos los procesos relativos —como la domótica, la gestión de la información de edificación o el análisis de datos—, exponen una tendencia creciente por parte de las empresas orientadas hacia las Smart Cities y la optimización de los recursos.

En la industria de la construcción, muy tradicionalista y a menudo catalogada como poco eficiente, resulta de gran interés aplicar la tecnología digital más actual. De esta manera, al habilitar mecanismos de recopilación y análisis de grandes cantidades de datos, se obtienen mejores rendimientos en las diferentes fases de realización de cualquier obra: diseño, construcción y operación.

En un proyecto constructivo, la gestión de la información se lleva a cabo durante las denominadas fase de desarrollo y fase de operación (ISO, 2019). La fase de desarrollo es la parte del ciclo de vida durante la cual el activo se diseña, se construye y se entrega a la propiedad. La fase de operación es la parte del ciclo de vida durante la cual el activo se utiliza, se opera y se mantiene. Después de la ocupación del edificio, el gestor del inmueble puede utilizar toda la información digital (no gráfica) de un edificio. Resulta vital la transferencia eficiente y efectiva de información entre los diferentes agentes que participan en cada parte del ciclo de vida del activo, especialmente entre la fase de desarrollo y la de operación.

La gestión de instalaciones es un nuevo elemento de la construcción, que en su mayoría se ha ignorado o se ha etiquetado como mantenimiento (Marriott & Jiménez, 2020). Constituye un campo extenso que abarca disciplinas multidisciplinarias e independientes, cuyo propósito general es maximizar las funciones del edificio y garantizar el bienestar de los ocupantes (Salles, Staub, & Poirier, 2022).

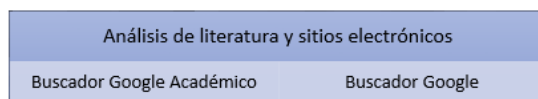
Hoy la industria de la construcción carece de una forma integral y holística de utilizar BIM, a lo largo del ciclo de vida de un edificio, donde la transición a la Gestión de Activos (AM, Asset Management) y la Gestión de Instalaciones (FM, Facility Management) es particularmente deficiente (Godager, Onstein, & Huang, 2021). El problema más común al que se enfrentan los administradores de instalaciones es la accesibilidad a la información. Si bien BIM se ha postulado como una solución potencial para aumentar la calidad y disponibilidad de la información de activos para respaldar la gestión de instalaciones, pocos estudios han capturado los aspectos desafiantes del desarrollo y la entrega de esta información en el contexto de proyectos del mundo real, con requisitos de información definidos por el propietario (Salles et al., 2022).

La implementación de BIM en las fases de operación y mantenimiento aún es limitada. La mayoría de los problemas en este contexto radican en la interoperabilidad entre distintos softwares que requieren diferentes estructuras y formatos de datos. En un entorno BIM todavía existen problemas asociados con la extracción, el almacenamiento, la gestión, la integración y la difusión de datos para garantizar la interoperabilidad (Alavi, 2022).

El propósito de este artículo es abordar los diferentes estándares y formatos utilizados en la gestión de información en proyectos constructivos utilizando BIM, además de mencionar algunas tecnologías revolucionarias en el sector de la construcción, que dependerán de BIM y su capacidad para mejorar los procesos digitales del sector de la construcción.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada consistió en una búsqueda de la literatura y exploración del contexto. La búsqueda se realizó por palabras clave en el buscador de Google y Google académico.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

BIM es el acrónimo de Building Information Modeling, que significa Modelado de Información de Edificios. Representa una evolución significativa respecto a su predecesor, CAD (Diseño Asistido por Computadora). A diferencia de las herramientas de diseño en 2D y 3D, BIM introduce dos dimensiones adicionales: la 4D, que se refiere al tiempo, y la 5D, que abarca los costos. Esta integración permite que BIM no solo funcione como una herramienta de diseño, como lo hacía AUTOCAD/CAD, sino que también actúe como un sistema integral para el control y la gestión de la información, facilitando así el mantenimiento eficiente de los inmuebles.

BIM es el proceso de creación y gestión de la información de un producto de la construcción, por lo general, en un modelo informático tridimensional que incorpora datos relativos a todo su ciclo de vida (Oliver, 2015). Si se emplea en toda su extensión, resulta una herramienta que se utiliza como parte del proceso de diseño, a lo largo de la construcción y para el mantenimiento y modificación del proyecto terminado (Oliver, 2015). BIM permite modelar la información de un proyecto constructivo en un entorno virtual, a través de la simulación, visualización y carga de datos se puede testear lo que no se puede construir sólo para aprender de su comportamiento.

Para obtener el máximo rendimiento de la aplicación de BIM, es necesario aplicar una gestión eficiente. Un aliado en el desarrollo de proyectos BIM es la norma ISO 19650. La filosofía general se basa en las normas británicas

BS 1192-2 y PAS1192, resume muy bien el enfoque del trabajo con BIM en donde esta metodología termina siendo un camino por donde transita mucha información, requerida en distintas etapas del ciclo de vida de un proyecto (M. Chang & Vélez Canchanya, 2021).

BIM representa el proceso de desarrollo de un modelo inteligente que vincula las industrias de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC, Architecture, Engineering, and Construction por sus siglas en inglés), que permite el intercambio eficiente de datos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto (Panteli, Kylili, & Fokaidis, 2020).

En 2008, la Industry Alliance for Interoperability (hoy BuidingSMART), una organización internacional, no gubernamental y sin ánimo de lucro, define el formato de archivos IFC (Industry Foundation Classes) para intercambiar datos dentro de la construcción. Se trata de un lenguaje común que utilizan las aplicaciones y resulta útil para resolver distintos cálculos matemáticos, simulaciones, etc., que se necesitan para la correcta definición del producto de la construcción.

IFC es el estándar BIM de más amplio reconocimiento, que recoge procesos, datos, términos, diccionarios y especificaciones para la coordinación de cambios (AENOR). Este estándar viene definido por la Norma ISO 16739, Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. Las especificaciones del IFC son un esquema de datos, que pueden presentarse en EXPRESS o en XML. Las clases y objetos IFC representan un modelo de información, tanto geométrico como alfanumérico, formado por un conjunto de más de 600 clases y en continua ampliación, que marca las directrices y normas que todos los desarrolladores de software BIM deben seguir para garantizar el intercambio de información entre los diferentes programas (Chacón & Cuervo, 2017).

Relacionado con la aplicabilidad de IFC en diversas áreas de proyecto, existe el concepto Definición de Vista de Modelo (MVD, Model View Definitions por sus siglas en inglés), que determina la forma en que se puede utilizar un archivo IFC, ya que habilita un escenario específico de intercambio de datos (Autodesk, 2018; Ruckert, 2017).

Las Definiciones de Vistas de Modelos se utilizan para el intercambio de modelos especializados, teniendo en cuenta la información gráfica y relativa al contenido que el planificador necesita. Por ejemplo, las simulaciones térmicas requieren información sobre las áreas de iluminación en un muro o una habitación. Por el contrario, los modelos IFC especializados, únicamente requieren la transferencia de información geométrica básica a un sistema de Gestión de Instalaciones (FM, Facility Management por sus siglas en inglés), y el foco está puesto en la información espacial y en características específicas de componentes (información del sistema, características de protección contra incendios y áreas utilizables, etc.), en relación con los MVD.

Un MVD utilizado para la gestión de instalaciones es COBie (Construction Operations Building Information Exchange, por sus siglas en inglés), otro estándar internacional abierto. Consiste en un formato de clasificación de la información, específicamente orientado a la etapa en que se termina de construir el proyecto y se utiliza para entregar información a la organización que va a gestionar el proyecto de infraestructura.

Este estándar está estrechamente asociado con los enfoques de BIM para el diseño, la construcción y la gestión de activos construidos (M. Chang & Vélez, 2021). COBie ayuda a las organizaciones a capturar y registrar electrónicamente datos importantes del proyecto en el punto de origen, incluidos programas de mantenimiento preventivo, listas de equipos, hojas de datos de productos, garantías y listas de piezas de repuesto. COBie entrega información sobre los activos de las instalaciones y reduce la cantidad de documentos necesarios para este intercambio de información (Ruckert, 2017).

La principal característica de COBie es que resulta un modelo de datos alineado con el formato de intercambio IFC, lo que permite una integración más fácil en las herramientas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador, también conocido como CMMS, del inglés Computerized Maintenance Management System) y CAFM (Gestión de Infraestructuras Asistida por Ordenador, del inglés Computer Aided Facility Management) (González, 2021). COBie, como plantilla para la estructura y formato de datos, es el punto de partida para la definición y el cumplimiento de los requisitos de intercambio de información.

Las normas son el lenguaje común de la industria y las normas de gestión de datos son fundamentales para la transformación digital de la industria de la construcción. En el caso específico de BIM, la normalización es estratégica para optimizar recursos y poder tener una base común entre los distintos actores implicados en la gestión de los proyectos (AENOR). El formato IFC es comúnmente utilizado en proyectos basados en la colaboración entre diferentes equipos geográficamente distanciados o donde la definición de estándares para el desarrollo del proyecto, mediante el Plan de Ejecución BIM, fue pensado para que todas las entidades actúen sobre diferentes plataformas BIM. Es crucial para asegurar la interoperabilidad y la coordinación eficiente entre las diversas disciplinas involucradas, lo que permite que todos los participantes del proyecto compartan información de manera efectiva, facilitando la gestión y el avance a pesar de las distancias físicas

A su vez IFC se relaciona con otros estándares:

- ISO 29481-1 / ISO 29481-2 Information Delivery Manuals: definen una metodología para entender y especificar los procesos y el flujo de información, durante todo el ciclo de vida de un proyecto.
- ISO 12006-3 / buildingSMART Data Dictionary: define todo un mapeo de conceptos o términos, que servirán como un diccionario de datos con términos, vocabulario y atributos de elementos u objetivos dentro de un modelo BIM.

El mapeo de los términos empleados en BIM viene dado por el International Framework for Dictionaries (IFD), el cual debe emplearse de un modo coherente, ya que de otro modo las comunicaciones entre las distintas aplicaciones se verán comprometidas. El IFD define la taxonomía con la que definir conceptos mediante propiedades, permite agrupar propiedades y define las relaciones entre objetos.

Los procesos de intercambio de la información BIM, qué información debe entregarse en cada fase del proyecto y de qué modo, se especifican en el Information Delivery Manual (IDM).

La gestión de la información en un proyecto BIM

Los datos en la “I” del BIM es una de las partes más importantes en un proyecto, especialmente si se sigue el ciclo de vida desde un diseño a un activo. El objetivo además de una coordinación adecuada es:

- Una buena gestión de datos.
- Datos compartidos entre las distintas disciplinas y agentes.
- Comprobación en tiempo real.
- Gestión activa y progresiva para la ocupación de la instalación.

Los requisitos de información deberían fluir a través de la cadena de suministro hasta el punto donde la información se puede producir con la mayor eficiencia, y la información necesita ser recopilada a medida cuando sea necesario (ISO, 2019) (figura 1).



Fig. 1 Los diferentes tipos de requisitos de información y de modelos de información EN-ISO 19650-1 (Fuente: <https://bimlearning.es/>)

Al finalizar la fase de desarrollo y con la entrega del modelo de información, se debe garantizar que se hayan cumplido los requisitos de información. La información relevante de los activos recopilada durante esta fase, se debe unificar para su entrega y ser de utilidad para la operación y mantenimiento.

El modelo de información es un conjunto formado por información estructurada (modelos geométricos, propiedades y atributos, programaciones, etc.) e información no estructurada (documentos, imágenes, videoclips, etc.), que facilita la toma de decisiones. Los modelos BIM son bases de datos de los elementos que componen un edificio y por ello deben gestionarse durante todo su ciclo de vida.

Cuando un proyecto es concebido bajo el método de trabajo BIM, al final de la construcción se entrega un Modelo de Información del Activo (AIM, por sus siglas en inglés). Estos modelos son una evolución de los modelos tradicionales, que permiten mayor precisión y mayor nivel de detalle. El AIM es un modelo digital con la información gráfica, alfanumérica y documental de las características físicas y mecánicas de los equipos y materiales; tendrá dentro de su información todos los requerimientos del operador del activo necesarios y solicitados de manera previa al inicio de la construcción, con el fin de gestionar el activo en la etapa de operación y mantenimiento.

Las tecnologías disruptivas dependientes de la metodología BIM

La metodología BIM ha contribuido de forma importante al proceso de diseño y construcción, al mejorar la eficiencia y gestión de la información. Sin embargo, este es solo el primer paso hacia lo que la metodología BIM y los procesos digitales pueden ofrecer a la industria de la arquitectura, la ingeniería, la construcción y las operaciones (AECO) (Allplan, 2021).

Actualmente, BIM se ha posicionado como una estrategia de gestión de la información de los activos desde la etapa del diseño asociada a los proyectos, cuyas grandes potencialidades vienen siendo explotadas desde el sector de la construcción; no obstante, su potencial se extiende a cualquier tipo de instalación industrial.

En este sentido es posible afirmar que en la actualidad existe un gran desconocimiento de las ventajas competitivas que pueden lograr las organizaciones en la gestión de la información de sus activos, mediante la utilización de herramientas BIM; de hecho, muchas organizaciones actualmente no tienen idea de su existencia y

menos que estas se encuentren referenciadas por estándares (por ejemplo, ISO 19650), como guía para su implementación.

Aprovechar las tecnologías emergentes y combinarlas con la información contenida en el modelo BIM, podría proporcionar una solución integrada para la gestión digital de activos. Las tecnologías disruptivas pueden complementarse con el uso del BIM para crear herramientas más poderosas y que permitan tener funcionalidades más dinámicas para el usuario final.

BIM y IoT

En la revisión de literatura realizada por Morales Conejo (2021), el autor señala que la integración de BIM con el Internet de las Cosas (IoT) permite que se interactúe con los datos, lo que ofrece nuevas formas de pensar el entorno construido y crear valor. El uso del IoT reconoce que exista una interacción mayor entre el modelo digital y el modelo físico. A diferencia de los datos de un AIM que son datos «estáticos», el IoT posibilita tener información en tiempo real basado en la lectura de sus sensores y facilita controlar de una manera más eficiente el activo. Otra de las ventajas del uso del IoT en BIM es que al tener esta información disponible de manera inmediata, permite comprender mejor los procesos que se presenten durante el ciclo de vida del activo, mejora el mantenimiento y pasa de un mantenimiento correctivo a uno preventivo.

Si bien la información sobre el rendimiento puede recopilarse manualmente, la incorporación de sensores IoT en un edificio o estructura podría automatizar este proceso y dar lugar a que se emplee esa información para otros propósitos.

BIM con IA

Ríos (2018) identifica qué tan beneficioso sería relacionar la Inteligencia Artificial (IA) con BIM. Para esto clasificó los beneficios o beneficiados con esta herramienta de la siguiente manera: ambiente, diseño, estimaciones, seguridad en el trabajo, gerencia de la obra y jefes de esta. Se concluye que la IA puede ayudar a mejorar una amplia gama de actividades, donde la mayoría de las mejoras están enfocadas en el diseño y la construcción, aunque hay esfuerzos de articulación de Inteligencia Artificial y BIM, para lograr mejoras en otras áreas.

Con IA, los datos recogidos por los sensores pueden analizarse rápidamente y utilizarse para predecir los patrones de uso y cómo afectan los distintos factores al consumo (por ejemplo, número de usuarios presentes o las condiciones meteorológicas). Las técnicas de IA en combinación con modelos BIM, permiten predecir, a partir de los datos, el funcionamiento ideal para los distintos diseños y optimizar el desarrollo y control de calidad de materiales, estructuras e instalaciones.

La combinación del modelo BIM con el uso de tecnologías como Big Data, IoT e IA nos llevan a tener un gemelo digital. Este es una representación que emula la realidad de la infraestructura, un modelo que se enriquece de información y se hace cada vez más federado, conectado y predictivo. Además, gracias a él se puede realizar transferencia digital a los clientes de una propiedad existente o nueva y establecer un modelo digital cargado de datos que es accesible, visible y conectado.

BIM y Big Data

La tecnología Big Data se caracteriza por asimilar grandes volúmenes de datos y aprovecharlos de una manera adecuada, características que han llevado al sector de la construcción a incluirlo dentro, como una herramienta

necesaria para el análisis y procesamiento de datos. Registrar grandes cantidades de datos está sirviendo para afrontar nuevos proyectos (Sánchez & Robles, 2021).

El uso de sensores genera una cantidad importante de datos que debe ser ordenada y analizada para obtener información importante en la toma de decisiones con respecto al uso y desempeño de nuestros activos. Los beneficios de realizar análisis con Big Data es comprender la información en una abundante cantidad de datos, además, mejora la accesibilidad de información en diferentes niveles en la empresa, crea un mejor entendimiento del negocio y permite realizar predicciones en el manejo del activo, entre otras ventajas (Morales, 2021).

Sin embargo, en el trabajo realizado por Sánchez & Robles (2021) se revela que se encuentran pocas investigaciones que desarrollen la BIM con el uso de tecnologías Big Data. Los beneficios de realizar análisis con Big Data es comprender la información en una abundante cantidad de datos, también mejora la accesibilidad de información en diferentes niveles de la empresa, crea un mejor entendimiento del negocio y permite realizar predicciones en el manejo del activo, entre otras ventajas.

BIM y la realidad virtual y aumentada

La realidad virtual y aumentada y la Inteligencia Artificial están aún en fase de desarrollo y no pueden considerarse todavía preparadas para su puesta en mercado (Construcción, 2021). Aun así, gracias a los modelos en BIM es posible que el usuario tenga experiencia con el modelo, para una interacción entre la realidad y la virtualidad. Estas herramientas han sido diseñadas para que los modelos puedan dar información, basados en una experiencia digital.

La realidad virtual ayuda al usuario a entender el entorno y el impacto que la obra va a tener en sus alrededores, y facilita la toma de decisiones antes de la construcción, ahorrando dinero antes de que este problema o cambio se presente (Agudo, 2020).

El modelo 3D de BIM es la base perfecta para implementar la realidad aumentada en la obra (Allplan, 2021). Entre las áreas de aplicación de la realidad aumentada en la industria de la construcción están: asistencia remota al sitio de construcción, detección de anomalías en la programación, realización de seguimiento según lo planeado y ejecutado, etc. (Sánchez & Robles, 2021).

BIM y blockchain

El blockchain o tecnología de contabilidad distribuida (DLT) es una tecnología generalmente aceptada para automatizar pagos y contratos en la construcción, una forma de registrar transacciones o cualquier interacción digital que sea segura y resistente a interrupciones, auditable y eficiente.

Con BIM y su gestión de la información por medio del Entorno Común de Datos (CDE por sus siglas en inglés), se observan varios usos que puede ofrecer el blockchain al método de trabajo BIM.

Durante el proceso constructivo existe un listado de materiales, equipos y suministros que se usarán en diferentes partes de la obra en diferentes momentos, por diferentes proveedores. Llevar el control de esta información es gigantesco. El blockchain tiene la capacidad de ayudar a la trazabilidad del material o equipo que se debe instalar. En este seguimiento se pueden establecer métricas que permitan conocer el origen del material, los tipos de certificación y el impacto potencial que puede tener en el ambiente.

Al integrar BIM y blockchain se logra un entorno seguro y privado para realizar negocios; de igual manera, permite habilitar características, como pruebas de propiedad, derechos, procedencias y reducción de errores humanos, entre otros (Sánchez & Robles, 2021). El uso del blockchain es de gran beneficio en la etapa de inversión de los proyectos, principalmente en la fase constructiva, donde los contratos inteligentes o smart contracts pueden agilizar varios elementos de control y seguimiento. Estos son programas informáticos que establecen una serie de condiciones que deben ser cumplidas por las partes involucradas, cuando estas condiciones son totalmente satisfechas el programa ejecuta una acción, ya sea pago, avance, alerta, etc. (Morales, 2021).

A pesar de los avances, el sector constructivo aún enfrenta problemas conocidos, por ejemplo, incumplimiento de plazos, baja productividad, limitada calidad, baja planificación y control de proyectos. Las TIC están en constante evolución, pero en el sector de la construcción, todavía utilizan sistemas que tienen deficiencias, que presentan fallas y descoordinaciones de la información, entre los actores del proyecto (Gallegos, 2021). Existe una necesidad creciente de gestionar eficientemente los activos durante su fase operativa, partiendo de modelos integrados de datos. La metodología BIM ofrece un marco holístico informativo, que se puede aprovechar en función de ello, al simplificar y reducir el coste y el tiempo de obtención, actualización y acceso a los datos que brinden información real para operar, mantener y renovar los activos, poder analizarla y tomar decisiones.

BIM se presenta como un sistema de gestión de la información que ayuda a tomar decisiones con la mejor calidad de datos posible. Ello significa que cuando se da inicio a la vida del proyecto, la información será desarrollada constantemente hasta entregar en funcionamiento lo proyectado; además, si se combina con tecnologías, como Inteligencia Artificial, realidad aumentada, blockchain y métodos sostenibles de diseño y construcción, se abre una nueva dimensión en el uso de los datos.

También otras tecnologías aplicadas a la construcción conectan cada vez más con la metodología BIM y posibilitan una mayor interoperabilidad entre los diversos agentes que intervienen en el proyecto. Tal es el caso de la realidad aumentada, la impresión 3D, la robótica o los sistemas de información geográfica, por citar solo unos cuantos, lo que conlleva a una mejora creciente en la gestión y visualización de la información del proyecto.

CONCLUSIONES

La búsqueda realizada evidencia que es necesario una definición clara de la información que necesita el cliente del proyecto del activo (y del resto de los agentes que participen), así como de los métodos, procesos, plazos y protocolos de desarrollo y verificación de la información. La cantidad y calidad de la información desarrollada debe ser suficiente para satisfacer las necesidades definidas.

Definir y aplicar métodos comunes de gestión de datos es básico para un libre flujo de datos, y la automatización y aplicación de la tecnología digital más reciente. La intersección de BIM y otros conceptos como IoT, blockchain, aplicación de Inteligencia Artificial a la edificación, realidad virtual y aumentada, Big Data, smart contracts en un mundo conectado con el próximo 5G, abre un nuevo mundo de posibilidades para inmobiliarias, empresas de rehabilitación de edificios y de mantenimiento de instalaciones.

A medida que las tecnologías continúen evolucionando, el potencial del BIM combinado con innovaciones disruptivas seguirá expandiéndose. La adopción generalizada de estas herramientas no solo transformará la industria de la construcción, sino que también contribuirá a un futuro más eficiente y sostenible en el diseño y la gestión de infraestructuras. En resumen, la sinergia entre BIM y tecnologías disruptivas, no solo representa una evolución en las

prácticas del sector, sino también una oportunidad para redefinir cómo se conciben y ejecutan los proyectos arquitectónicos y constructivos en todo el mundo.

REFERENCIAS

- AENOR. Estándares en apoyo del BIM. Informes de Normalización, p. 16, Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Agudo Martínez, M. J. (2020). Realidad virtual y BIM: inmersión en la arquitectura. In Egregius (Ed.), *Tecnologías emergentes y realidad virtual: experiencias lúdicas e inmersivas*, pp. 91-100.
- Alavi, H. (2022). *Building Information Modeling for Facility Managers*. (PhD program in Construction Engineering), Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. Retrieved from <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/675747/TSHA1de1.pdf?sequence=1>
- Allplan, B. (2021). Las tecnologías disruptivas dependientes de la metodología BIM. Retrieved from <https://blog.allplan.com/es/las-tecnologias-disruptivas-dependientes-de-la-metodologia-bim>
- Autodesk. (2018). *Manual de IFC para Revit. Instrucciones para los usuarios de Revit*, p. 52, Autodesk.
- Construcción, O. E. d. S. d. I. (2021). *Digitalización en el sector de la construcción: European Commission*.
- Chacón, D., & Cuervo, G. (2017). Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit. Universidad de Carabobo. Retrieved from <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6952/dchacon.pdf?sequence=3>
- Gallegos Velgara, R. L. (2021). *Uso del BIM en fase de diseño y su relación con la productividad de las mypes del sector construcción de la Región Arequipa, 2018. (Doctor en Administración (DBA))*, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa-Perú. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12941/UPgaverl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Godager, B., Onstein, E., & Huang, L. (2021). The Concept of Enterprise BIM: Current Research Practice and Future Trends IEEE Access, 9: 42265-42290. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3065116
- González, J. M. (2021). *BEP Plan de Ejecución BIM 4.0*.
- ISO (2019). *Organización y Digitalización de Información de Construcción, y trabajos de Ingeniería Civil, incluyendo Building Information Modeling (BIM)-Manejo de Información Utilizando Building Information Modeling*.
- M. Chang, C., & Vélez Canchanya, M. A. (2021). Planificación y desarrollo de ciudades inteligentes utilizando herramientas BIM: un enfoque integral de gestión. *Perfiles de Ingeniería, URP, Lima, Perú*, 17: 35-53. doi: https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v17i17.4575
- Marriott, N., & Jiménez, P. (2020). IFC en el proceso de construcción. Paper presented at the European BIM Summit Barcelona, Barcelona. <https://www.ineco.com/webineco/sites/default/files/BIM-IFC-ESP-v1.pdf>
- Morales Conejo, L. (2021, Diciembre 2021). *Uso de tecnologías disruptivas con BIM*. Paper presented at the Congreso de Alta Tensión y Aislamiento Electrónico, Costa Rica.

- Ocampo Hurtado, J. G. (2015). La gerencia bim como sistema de gestión para proyectos de construcción. *Revista GTI*, 14(38).
- Oliver Faubel, 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. (Doctoral), Universidad Politécnica de Valencia. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/61294/Oliver%20-%20Integraci%C3%B3n%20de%20la%20metodolog%C3%ADa%20BIM%20en%20la%20programaci%C3%B3n%20curricular%20de%20los%20estudios%20de%20Grado....pdf?sequence=1>
- Panteli, C., Kylili, A., & Fokaides, P. A. (2020). Building information modelling applications in smart buildings: From design to commissioning and beyond A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 265(1). doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121766
- Ríos, N. V., D. E. (2018). Revisión Literaria sobre la integración de Inteligencia Artificial y BIM para el desarrollo de la Competitividad en el Sector de la Construcción en Colombia. Repositorio Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia: Departamento de Ingeniería Civil y Ambienta.
- Ruckert Zoellner, F. E. (2017). Evaluación del potencial de uso de Building Information Modeling (BIM) para apoyar la mantención de envolventes verdes. (Magíster en ciencias de la Ingeniería), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. Retrieved from <https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/21520/Tesis%20Evaluacio%CC%81n%20del%20potencial%20de%20uso%20de%20BIM%20para%20apoyar%20la%20mantencio%CC%81n%20de%20envolventes%20verdes%20v11FR.pdf>
- Salles Tsay, G., Staub French, S., & Poirier, É. (2022). BIM for Facilities Management: An Investigation into the Asset Information Delivery Process and the Associated Challenges. *Applied Sciences*, 12(19). doi: 10.3390/app12199542
- Sánchez Quintanilla, E. D., & Robles Joya, S. (2021). Transformación digital de la industria de la construcción a través de la identificación de innovaciones tecnológicas. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de Obras), Universidad Católica de Colombia. Retrieved from <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/3090150c-44e5-4b04-beee-e82e973e042a/content>

Copyright © 2024, Autores: Prieto del Rio, Diana Rosa



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional