

Análisis de la implementación de la metodología BIM: estudios de caso de proyectos de construcción¹

Analysis of the implementation of BIM methodology case studies construction projects

<https://doi.org/10.15332/24554529.10133>

Artículos

Paula Valentina Díaz Peña²

Ángela Marcela Cely Andrade³

Recibido: 03/10/2024

Evaluado: 13/11/2024

Aceptado: 14/11/2024

Citar como:

Díaz Peña, P. V., & Cely Andrade, Ángela M. (2024). Análisis de la implementación de la metodología BIM: estudios de caso de proyectos de construcción. *CITAS*, 10(2), 164-189. <https://doi.org/10.15332/24554529.10133>



Resumen

El presente artículo tiene por objetivo hacer un análisis del impacto de la metodología de modelado de información de construcción (BIM), como herramienta de gestión de proyectos, además de reconocer ventajas y beneficios de su implementación. De igual forma, se busca evidenciar cuáles son sus aportes para lograr la optimización de los diferentes procesos. En el presente estudio se realiza una revisión bibliográfica de autores que exponen estrategias exitosas mediante la inclusión de esta metodología en diversos proyectos. Así mismo, estudios de caso importantes, como lo son la construcción del Puente Pumarejo en Barranquilla y el modelado 3D de la doble calzada de la Avenida 34 en Medellín, lo cual permitió concluir que el BIM ha aportado al desarrollo eficaz de proyectos y se ha convertido en una herramienta indispensable en la gerencia estratégica. Su evolución promete continuar impulsando avances significativos en la industria de la construcción en términos de calidad, eficiencia y sostenibilidad.

Trabajo de Grado para optar el Título de Especialista en Gerencia de Proyectos

2 Arquitecta, especialista en Gerencia de Proyectos Universidad de Boyacá. Correo electrónico: pvdiaz@uniboyaca.edu.co, valendiaz2008@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1966-0451>

3 Administradora de empresas, magíster en Administración de Organizaciones, docente Universidad de Boyacá. Correo electrónico: angcely@uniboyaca.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4975-446X>

Palabras clave: coordinación, construcción, gerencia, implementación, metodología BIM, planificación, proyectos.

Abstract

The objective of this article is to analyze the impact of the Building Information Modeling Methodology (BIM), as a project management tool in the construction sector, recognizing the advantages and benefits of its implementation, as well as evidencing its contributions to achieve the optimization of the different processes. During the development of the article, a bibliographic review of authors that expose strategies for the successful inclusion of this methodology in projects is made, as well as important case studies, which are the construction of the Pumarejo Bridge in Barranquilla and the 3D modeling of the dual carriageway of Avenida 34 in Medellín. This allowed concluding that BIM has contributed to the effective development of projects and has become an indispensable tool in strategic management. Its evolution promises to continue driving significant advances in the construction industry in terms of quality, efficiency and sustainability.

Keywords: BIM methodology, coordination, construction, implementation, management, planning, projects.

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que en 2050 habrá 9 7 000 000 000 de personas en todo el mundo. La industria global de AEC (arquitectura, ingeniería y construcción) debe buscar formas más inteligentes y eficientes de diseñar y construir, no solo para estar al día con la demanda global, sino también para ayudar a crear espacios más inteligentes y duraderos (Cortés Escobar, 2022). El tema en cuestión es la implementación de la metodología de modelado de información de construcción (BIM), como herramienta de gerencia de proyectos. En Colombia, el sector de la construcción está constantemente trabajando en la optimización de los procesos para ahorrar recursos y obtener mejores resultados. Estos objetivos se han vuelto medibles y necesarios para completar proyectos de alta calidad. Por lo tanto, la planificación, la coordinación y la dirección de proyectos deben llevarse a cabo con seguridad y confiabilidad, teniendo en cuenta que en un proyecto los recursos siempre serán finitos y la función desde la gerencia es optimizarlos al máximo (Autodesk, 2023).

Entonces ¿cuáles son los aportes de implementar la metodología BIM como herramienta de gerencia de proyectos de construcción? La falta de una planificación adecuada a la hora de ejecutar proyectos, puede resultar en pérdida de tiempo y recursos, errores con los suministros y fallos en los horarios y en la ejecución de las tareas. Todo esto retrasa la conclusión del proyecto; además, conduce a más trabajo debido a la falta de claridad en los procesos y en lo que se

debe hacer. No contar con una correcta planeación estratégica aumenta la incertidumbre y la frustración ante el posible fracaso, y al no tener un rumbo y una ruta crítica de trabajo, se dificulta obtener los resultados esperados frente a los objetivos del proyecto.

Este es un problema muy común, ya que muchos gerentes y empresarios no creen que sea necesario planear estratégicamente los proyectos, y cometan el error de “resolver” las diferentes situaciones de manera rápida y durante la ejecución. Es posible que en un corto plazo no se vean los efectos de la falta de planificación del proyecto, pero a largo plazo estos pequeños errores se convierten en un gran problema. La metodología BIM para la gestión de proyectos reduce la incertidumbre en su manejo y aumenta las posibilidades de control, ya que elimina aproximaciones abstractas. Además, la unión de las tareas de diseño y construcción permite la creación de una ingeniería en la que los expertos se enfocan en mejorar los diseños, la coordinación de obras y su supervisión, lo que resulta en una reducción de los costos de los proyectos (Grupo Tekton, 2016).

De acuerdo con la problemática planteada, el objetivo principal de este estudio es evidenciar los aportes de la metodología BIM como herramienta para lograr la optimización de los procesos en la gerencia de proyectos de construcción. Dentro de los objetivos específicos se busca determinar cuáles son los beneficios que tiene su implementación como herramienta de gerencia de proyectos, además de identificar y recopilar información de estudios de caso y ejemplos de éxito en los que se evidencie la optimización de los procesos en los proyectos de construcción ejecutados mediante las herramientas BIM.

Actualmente, la economía de los países está impulsada por el sector de la construcción, por lo tanto, es necesario adoptar nuevas tecnologías que permitan establecer una planificación adecuada de proyectos. Al iniciar una obra civil es necesario aplicar ciertos parámetros porque el nivel de exigencia y complejidad varía según las características de cada proyecto. De esta manera, cumplir todos los procesos es parte esencial de la organización de una obra e, igualmente, se deben evaluar las tecnologías para optimizar procesos de construcción novedosos que contribuyan a mejorar la productividad y operatividad de la obra (Simón, s. f.).

Las nuevas tendencias en arquitectura que han cambiado el mundo, junto con las demandas de clientes, profesionales y empresas, han llevado a la necesidad de un modelo preciso. Este método se conoce como BIM, cuyo enfoque de trabajo permite la colaboración de varias tecnologías en el diseño y en la construcción y gestión de un proyecto mediante la creación de un modelo 3D digital con toda la información de la edificación (Lumen Concept, 2020).

CITAS

e-ISSN: 2422-4529 |  <https://doi.org/10.15332/24224529>
Vol. 10 N.º 2 | julio-diciembre de 2024

Aún existe confusión sobre BIM y la manera en que puede ayudar a los contratistas. Una idea errónea común es que se trata simplemente de una tecnología o que solo se refiere al diseño 3D; en realidad es un proceso para crear y administrar toda la información sobre un proyecto, que conduce a una salida conocida como modelo de información de construcción y que contiene descripciones digitales para cada aspecto físico del proyecto (Equipo BIMnd, 2022). Para comprender el impacto de esta metodología en la gestión de proyectos, se deben definir sus características, en este sentido Autodesk define que:

El proceso de BIM admite la creación de datos inteligentes que pueden usarse durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción o infraestructura [...] (párr. 3). [...] BIM no solo permite que los equipos de diseño y construcción trabajen de manera más eficiente, sino que les permite capturar los datos que crean durante el proceso para mejorar las operaciones y las actividades de mantenimiento. (2023, párr. 6)

Por esta razón, cada vez más se requiere el uso de BIM en todo el mundo. Esta herramienta ofrece resultados que terminan en un proyecto construido con calidad y también un proyecto gerenciado con la mayor claridad de información y la mejor capacidad para evaluar decisiones, controlar costos y cuidar la buena producción de los diseños (Barrera y Bernhard, 2020).

Metodología

Este artículo de reflexión se desarrolla bajo un análisis cualitativo, en el cual su proceso resulta más dinámico entre los hechos y su interpretación, a razón de la información recolectada y analizada, lo que, según Bernal (2016), se puede concluir por las características, los rasgos, la indagación y la forma de seleccionar los datos mediante un estudio de tipo exploratorio, dado que estará guiado por el análisis de proyectos de construcción. Ello justifica la relevancia de reflexionar sobre la implementación de BIM en el contexto colombiano y destaca los beneficios y desafíos asociados, a través de la presentación de casos de éxito, en los que se revela cómo BIM ha cambiado la forma en que se planifican, ejecutan y entregan proyectos de calidad.

Con dicho fin, se realizó un análisis de autores en el que se describieron las principales características de proyectos de construcción existentes, es decir, estudios y guías referentes a la dirección y gestión de proyectos de construcción en organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Para ello se partió de un estudio previo de trabajos publicados en los últimos 5 años en las principales bases de datos bibliográficas disponibles en la red, utilizando los descriptores: metodología BIM, gerencia, proyectos, construcción, implementación, planificación, coordinación.

Las referencias resultantes se limitaron a investigaciones y estudios completos, es decir, a aquellos que compararon la aplicación de teorías con sus efectos, mediante análisis exploratorios que, a su vez, evaluaron intervenciones dirigidas a la solución de problemas o necesidades.

En los casos en que se encontró un artículo o estudio reiteradamente, es decir, en diferentes publicaciones, se optó por incluir el de mayor factor de impacto según el sitio de publicación o el publicado en fecha más reciente, asumiendo, en este sentido, que sus evaluaciones de idoneidad y veracidad ya se habrían verificado y por ello se encontraban disponibles en las fuentes fidedignas consultadas (Bernal, 2016). Para cada uno de los trabajos seleccionados se extrajo información sobre las siguientes variables:

- Fuente y año de publicación.
- Tipo de intervención evaluada: estudio, diagnóstico o implementación.
- Tipo de estudio evaluado: análisis de efectividad, análisis de utilidad o análisis de beneficio.

Para reconocer los principales beneficios y aportes de la metodología de modelado de información de construcción y algunos estudios de caso que la han implementado exitosamente, se analizaron las tesis y artículos de los autores que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

Tesis y artículos según autores

Autor	Título	Fuente	Año	Tipo de intervención
C. Castellanos, H. Santos, L. Castañeda, A. Osorio	Impacto de la implementación de la metodología BIM (<i>building information modeling</i>) en el sector de la construcción en Bogotá	Biblioteca Digital Minerva	2023	Diagnóstico
G. Cortés Escobar	Metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción	Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia	2022	Estudio
F. Nieto Amézquita	Estrategia metodológica para la implementación BIM en el sector AEC con énfasis en la fase de preconstrucción	Repositorio Universidad Santo Tomas	2023	Implementación

Autor	Título	Fuente	Año	Tipo de intervención
M. Ramírez Quintero	Análisis de la implementación BIM en Colombia: caso de estudio y diagnóstico de industria de la construcción	Repositorio Universidad de los Andes	2021	Diagnóstico
Y. Rodríguez	Implementación de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto estructural de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Tunja	Repositorio Universidad Santo Tomas	2021	Implementación
D. Rubiano Neira	Beneficios de aplicación metodología BIM (<i>building information modeling</i>) en proyectos de infraestructura. Caso de estudio: agrupación de vivienda Caminos de Sie Tocancipá, Cundinamarca	Repositorio Universidad Piloto	2021	Diagnóstico
A. Sepúlveda Zambrano	Impactos en la implementación de la metodología BIM en el sector construcción: una revisión sistemática de la literatura científica	Dialnet	2020	Estudio
M. Suárez Meléndez, L. Vidal Gutiérrez, J. Leyva Fontes	Ventajas de la implementación de la metodología BIM utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones	Dialnet	2019	Análisis

Fuente: elaboración propia.

Así, con base en una lectura crítica de los documentos, se seleccionaron los que informasen sobre aspectos sensatos correspondientes al despliegue de una revisión bibliográfica formal. Este análisis fue desarrollado en las siguientes fases:

1. Definición de los objetivos de la revisión.
2. Fase diagnóstica: se identifica y se definen los antecedentes de los problemas que se desarrollan en el sector a través de la recopilación de la mayor cantidad información posible y de estudios de caso, con lo cual se logra identificar cuáles son los aportes y beneficios de la implementación de BIM y los casos de éxito que han resaltado en Colombia.
3. Fase analítica: se busca analizar la información recopilada, de manera que permita dar respuesta al objetivo general y a los objetivos específicos,

que son, principalmente, evidenciar los aportes y beneficios de la implementación de BIM en proyectos de construcción.

4. Redacción del artículo.

Siguiendo esta metodología, se espera obtener una reflexión sólida y fundamentada sobre la implementación de BIM en Colombia que brinde información valiosa para profesionales, investigadores y tomadores de decisiones en la industria de la construcción en el país.

Resultados

La metodología BIM ha surgido como una herramienta innovadora en el sector de la construcción; de igual manera, la implementación de esta metodología en la gerencia de proyectos ha trasformado satisfactoriamente la calidad en la industria. De tal manera, la gestión estratégica de proyectos es un aspecto importante, ya que la complejidad de la construcción históricamente ha obstaculizado la eficiencia y la gestión de estos (Giménez, 2019).

Aportes

El impacto de implementar BIM se ve reflejado en actividades como la detección temprana de conflictos entre proyectos de diferentes especialidades, la incorporación de la dimensión temporal e información sobre la ejecución, el uso y mantenimiento, la integración con proveedores y la automatización de procesos, como cuantificación, cargas, cronograma, costos estimados, etc. (Sepúlveda Zambrano, 2020).

Según la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica, de tiempos, de costos, ambiental y de mantenimiento. El aporte de esta digitalización en la construcción se resume —según el gremio— “en 600 días de reducción directa del cronograma de obra y de 32 por proyecto, en promedio. A esto se le puede agregar el aumento del 25 por ciento en la productividad y la disminución de 2.5 por ciento en los costos por obra” (Flórez, 2018).

En Colombia cada día se capacitan más a los trabajadores para que manejen los programas *software* independientes de las tecnologías BIM, por tal motivo Camacol incentivó su uso en el país a cabo el primer BIM Forum Colombia en 2017, con lo cual llegó a más empresas y profesionales de la construcción y generó estrategias para el buen desarrollo en la construcción; su objetivo es que el acceso a las BIM aumente cerca de un 50 % (Limas, 2019).

Camacol resaltó que más del 40 % de las edificaciones nuevas en Colombia están haciendo uso de las metodologías BIM. Algunos ejemplos son el

edificio Atrio, ubicado en el centro internacional de Bogotá; y también Urban 165, un edificio de oficinas y locales comerciales ubicado al norte de Bogotá (Flórez, 2018).

Por otra parte:

Según la Estrategia Nacional BIM, para el 2026 se espera que todas las empresas de construcción adopten la metodología BIM para la creación y gestión de un proyecto de edificación; así mismo de acuerdo con este plan se espera que para el año 2023 entre el 35% y 50% de los proyectos de construcción públicos y privados hayan adoptado BIM. (2023, párr. 1) (Colombia, 2020)

De acuerdo con la investigación de Cortés Escobar (2022), en el país diversos sectores han mostrado un claro interés en este enfoque. Dicho autor comienza con una comparación de los aportes de BIM frente a metodologías tradicionales a través de la revisión de costos, presupuestos y demás factores. Para esto Cortés (2022) cita la investigación de Duarte (2014), para quien, después de comparar los índices económicos de un proyecto realizado durante la ejecución y la fase operativa, la relación de costo efectividad resulta satisfactoria al aplicar la metodología BIM. El resultado es satisfactorio debido principalmente a que la “efectividad de la metodología es mayor a la influencia en términos de costo”; esto indica que los costos de los procesos de modelación paramétrica se acercan a lo planeado y la utilidad es mayor que los sobrecostos, para una relación de costo-beneficio con tendencia a uno. Por otro lado, Cortés Escobar (2022) advierte que —como es habitual en todos los parámetros de la industria— en cálculos es favorable, pero la viabilidad es determinada por el profesional.

Esta investigación buscaba establecer un concepto acerca de BIM en la fase de costos de un proyecto real para obtener datos cuantitativos de los beneficios, las condiciones y validar los resultados. En resumen, los resultados son positivos, al obtener por medio de simulación datos de avance relevantes para el proyecto que, de haberse tenido en cuenta desde la planeación o en simulaciones durante la ejecución, se habrían podido detectar errores causantes de pérdidas representadas en tiempo y dinero. Este proyecto pudo haberse visto beneficiado enteramente, pues todas las falencias encontradas se podían gestionar efectivamente desde esta metodología (Cortés Escobar, 2022).

Ahora bien, cada vez más empresas están adoptando formas innovadoras de trabajar para eliminar tareas repetitivas y así aumentar la productividad, lo cual permite a estas empresas estar un paso adelante de la competencia. ¿Cómo se logra?, implementando la metodología BIM en un plan de trabajo. Esto puede ser un proceso gradual y es fundamental contar con el compromiso y la colaboración de todas las partes interesadas en el proyecto. La adaptación de BIM en empresas constructoras aporta un ambiente de trabajo sobresaliente, donde todos los agentes

que forman el grupo de trabajo del proyecto tienen la misma importancia y todos conocen en gran medida las características y propiedades del proyecto. De esta forma no recae toda la responsabilidad sobre el arquitecto proyectista y se potencia el trabajo en equipo (Suárez et ál., 2019).

Beneficios

Los grandes beneficios que brindan las metodologías BIM son la combinación de varias disciplinas; la elaboración de presupuestos y mediciones con una mayor exactitud; la mejora continua en los procesos de trabajo; información compartida en un solo modelo de datos; visualización y modelización 3D; y la detección y solución de interferencias disciplinarias, esto facilita el desarrollo del proyecto en un menor tiempo y con disminución de costos (Olejua, 2021). Si bien la implementación de BIM en proyectos de construcción presenta varios desafíos, también ofrece beneficios significativos. Según Suárez et ál.:

Los beneficios que la metodología BIM ofrece tanto a los arquitectos proyectistas, ingenieros, así como al cliente son innumerables y significativos; aunque todavía no se ha generalizado, ya existen varias obras en que utilizan esta nueva tecnología, y es probable que se vuelva aún más popular en el futuro, así como ocurrió años atrás cuando los pliegos con dibujos a mano fueron reemplazados por las metodologías de diseño asistido por computador (CAD). (2019, párr. 49)

[...]El uso de esta tecnología supone un gran cambio para los profesionales del sector construcción, que llevan casi 20 años utilizando el CAD para poder hacer sus diseños. Con BIM se puede lograr un 7 % a 15 % de reducción de costos. (2019, párr. 50)

Para el desarrollo e implementación de la metodología BIM es necesario tener en cuenta cuáles son las etapas que compete a un proyecto de construcción. Un conocimiento claro del ciclo de vida de un proyecto permite que la tecnología trabaje de forma adecuada y se mantenga de forma ordenada la información en cada etapa para que se pueda realizar su respectiva consulta, asegurando que esta sea veraz y confiable (Suárez et ál., 2019).

Diferentes investigaciones realizadas sobre el impacto de esta metodología, en el ciclo de vida de los proyectos de construcción, han encontrado beneficios para cada etapa del proyecto. Para la etapa de planificación, BIM mejora la transferencia de información entre participantes, lo que facilita la toma de decisiones y permite una mejor comunicación entre disciplinas. Durante el diseño, reduce errores y mejora la detección de imprevistos mediante la coordinación técnica. En la etapa de ejecución, logra identificar y reducir riesgos y reprocesos, así como realizar análisis de cantidades y seguimientos de obra más precisos; y, para las etapas de operación y mantenimiento, logra optimizar los

costos al guardar datos para garantizar un mantenimiento adecuado (Ramírez Quintero, 2021).

De esta manera, es importante reconocer cómo desde el manejo de esta metodología se pueden optimizar las distintas etapas del proyecto, sin generar mayor complicación y evidenciando impactos positivos en las etapas de planificación, ejecución y operación. Además, con esta metodología se puede hacer un seguimiento paso a paso de cada etapa, con el fin de lograr una mayor precisión de los proyectos ejecutados; esto contribuye a generar un valor agregado de innovación, para aquellas empresas que la implementan, puesto que, para los inversionistas o dueños de los proyectos es de mayor beneficio que sea un proyecto debidamente coordinado el cual reduzca riesgos de incertidumbre (Rubiano Neira, 2021).

Rubiano Neira (2021) logró identificar los beneficios de la implementación de la metodología BIM en el estudio de caso de la agrupación de vivienda Caminos de Sie-Tocancipá, Cundinamarca. En la consultoría y los diseños del proyecto, se minimizaron los inconvenientes de interpretación y error con direccionamiento al recurso utilizado. Los tiempos de ejecución presentan pequeñas variaciones y la toma de decisiones es temprana y confiable, debido a la revisión de los modelos estructurados y detallados utilizados a partir del BIM. La metodología representa capacidades y bases confiables en los diseños y su ejecución. En esencia, este proyecto se puede resumir así:

Se reducen las problemáticas de interpretación de los diseños; las interferencias en los diseños por especialidades se evidencian tempranamente, antes de iniciar la ejecución de las obras; las inconsistencias son llevadas a tendencia “cero”, ya que se cuenta con una base confiable y estructurada en el modelo; la ejecución corresponde a la planificación de las actividades en el modelo, debido a que en este se incluyen de forma real las características propias del proyecto; con un modelo detallado y confiable las cantidades calculadas no representan mayores diferencias con las de ejecución real en el proyecto; los pedidos de materiales son confiables, al hacer parte de tablas detalladas de cantidades y características del modelo; la variación del costo final en el proyecto no representará grandes variaciones asociadas a las diferencias en cantidades calculadas vs. ejecutadas, con lo cual se obtienen presupuestos confiables y definidos.

Por otro lado, en el estudio realizado por Rodríguez (2021) se puede evidenciar que la implementación de la metodología BIM en el proyecto estructural de la vivienda multifamiliar se desarrolló de forma exitosa, pues se obtuvo como resultado la optimización de tiempo, la planificación de fases de construcción, cantidades de obra exactas y un modelo BIM apto para compartir

con los profesionales de otras disciplinas con el objetivo de culminar el proceso de diseño, construcción y operación. Además, los *videorenders* realizados establecen un precedente en esta metodología y permiten dimensionar el alcance de la aplicación de modelos 3D en la disciplina estructural y en otras, logrando así que las partes involucradas se incentiven a experimentar con *softwares BIM* y puedan potencializar con complementos —como una biblioteca con contenido en Autodesk App Store— y optimizar los flujos de trabajo en los futuros proyectos.

Adicional a esto, el proyecto se vio beneficiado en la cuantificación de materiales, la cual se realizó a través de una tabla de planificación. Esta función permitió generar el cálculo de volúmenes de elementos de concreto y el peso de la armadura estructural del modelo BIM de forma automática y eficaz, ya que los datos son tomados directamente del modelo 3D, lo que reduce los errores que comúnmente se cometan a la hora de cuantificar cantidades de obra de forma tradicional (Rodríguez, 2021).

De esta manera, Rodríguez (2021) concluye que se debe hacer una transición de las metodologías tradicionales (CAD), a un modelo de datos, y con ello debe darse un cambio en las prácticas y flujos de comunicación para los proyectos. BIM es un medio efectivo y útil para transmitir cierta información, coordinar y controlar un proyecto desde la gerencia de proyectos. La metodología tradicional tiene importantes deficiencias que se solucionan principalmente mediante la aplicación de modelos BIM, ya que esta metodología permite que todos los participantes del proyecto trabajen con la misma herramienta y base de diseño, lo que garantiza que la información transmitida entre el cliente, el diseñador y demás participantes sea precisa en todas las etapas.

Se debe tener en cuenta que los métodos tradicionales de diseño y construcción basados en planos 2D y documentación física presentan una colaboración limitada e incierta en el desarrollo de las especificaciones de un proyecto y, como consecuencia, esto provoca ineficiencia, sobrecostos, incumplimiento de plazos con las fechas programadas, imprevistos, etc. Esta metodología analiza diversos tipos de información en tiempo real, incluyendo información geométrica, de costos, tiempos, el factor ambiental y la gestión de infraestructura, lo cual demuestra que ofrece soluciones únicas para cada etapa de un proyecto en comparación con las herramientas CAD. Si bien el sistema tradicional todavía tiene su lugar en ciertos aspectos del diseño y la documentación, BIM ha demostrado ser una herramienta más poderosa y eficiente para la gerencia de proyectos de construcción en la era moderna.

Los múltiples beneficios que trae la implementación de la metodología BIM frente a la metodología tradicional CAD, la cual presenta funciones de análisis en 3D. La presentación de estos tipos de proyectos en la tabla 2 permite

CITAS

e-ISSN: 2422-4529 |  <https://doi.org/10.15332/24224529>

Vol. 10 N.º 2 | julio-diciembre de 2024

realizar una comparación para evidenciar las ventajas y el impacto que tiene BIM como una herramienta de gerencias de proyectos de construcción (Rubiano Neira, 2021).

Tabla 2

Cuadro comparativo entre metodología BIM y metodología CAD

	BIM	CAD
Descripción	Metodología con la cual se administra la información de un proyecto de construcción usando un modelo tridimensional	Metodología basada esencialmente en un <i>software</i> para realizar y generar dibujos digitales en dos y tres dimensiones sin más información de sus elementos
Flujo de trabajo	Es alto en etapas tempranas y disminuye conforme avanza cada etapa del proyecto	Es bajo al inicio del proyecto y aumenta en la etapa de documentación, en la cual se necesita mayor cantidad de tiempo para detalles, especificaciones, etc.
Detección de errores	Facilidad para detectar interferencias o conflictos de especialidades debido a su mejor calidad de detalle	Dificultad para detectar errores interdisciplinarios por falta de información. Usualmente realizado empíricamente, genera más errores
Corrección de errores	Se evita corregir varias veces debido a que gracias a los <i>softwares</i> disponibles se modifican en las diferentes vistas y planos automáticamente	Al realizar cambios y correcciones en el proyecto, hay que revisar y modificar cada uno de los dibujos de manera individual y manual, lo que aumenta el riesgo de generar errores
Colaboración y coordinación	Permite una mejor colaboración entre todos los implicados del proyecto; esto mejora su coordinación	No permite la colaboración y edición en un archivo al mismo tiempo, por tanto, la coordinación entre las disciplinas se dificulta por falta de automatización
Costos	Facilita el monitoreo de los costos del proyecto y, así mismo, su reducción debido a la mejor productividad	No cuenta con la función de monitorear costos en el proyecto

Fuente: elaboración propia.

Según Ramírez Quintero (2021), tras el análisis de la implementación de BIM en el edificio Centro Cívico Universitario (CCU) de la Universidad de los Andes, pudo concluir que fue satisfactorio, pues si bien no se cumplieron al pie de la letra todas las recomendaciones, todos los involucrados coinciden en que hubo una mejora generalizada en las etapas de diseño y construcción gracias a la implementación de la metodología BIM, si se le compara con el método tradicional.

Para destacar los beneficios que la implementación de la metodología BIM ha generado en los proyectos de construcción y la industria AEC, un documento de la empresa Cad&Lan describe que:

Según el informe BIM de NBS National de 2019, el 86 % de los proyectos desarrollados con BIM han ahorrado muchos costes de trabajo, colaboración y/o materiales, y el 75 % de ellos obtuvieron resultados de más calidad en el diseño y construcción. (2021, p. 3)

De esta forma, se evidencia cómo al proporcionar un modelo de coordinación innovador como lo es BIM, que integre el diseño, la ingeniería y la construcción, se puede sacar mucho más provecho a los diferentes softwares y programas, lo que, a su vez, permite que se interconecten entre ellos, automatizando así procesos innecesarios y repetitivos. Con esto, los arquitectos, ingenieros y demás participantes del proyecto tendrán más tiempo de enfocarse en aspectos más importantes del proceso, como la innovación o la sostenibilidad de los proyectos, lo cual permite a las empresas acortar considerablemente las fechas de entrega, proporcionando más rentabilidad en cada proyecto. Algunos de los casos de éxito en los que se implementó la metodología BIM en Colombia son:

Construcción del Puente Pumarejo, Barranquilla (Colombia)

Un claro ejemplo de la implementación de metodología BIM en Colombia es la construcción del Puente Pumarejo. Este cuenta con 2250 metros de longitud y 800 metros de tramo atirantado, lo que lo hace el puente más grande de Colombia y uno de los más grandes del mundo. Es una mega estructura que se edificó de manera paralela al Puente Pumarejo, símbolo de Barranquilla (Editeca, 2019). Este proyecto es de vital importancia para el Caribe colombiano, “ya que mejora la conectividad de la costa y la navegabilidad del río, al permitir el paso de buques de mayor tonelaje” (Editeca, 2019).

Figura 1

Construcción del Puente de Pumarejo, Barranquilla (Colombia)



Fuente: Editeca (2019).

La construcción de infraestructuras como puentes es crucial para el desarrollo de las ciudades. En este contexto, la metodología BIM ha emergido como una herramienta fundamental para optimizar el proceso de diseño, construcción y gestión de proyectos. Este proyecto no solo representa un hito en la ingeniería civil, sino también un paradigma en el uso esta herramienta para mejorar la eficiencia y la calidad en la ejecución de grandes obras (Editeca, 2019).

La construcción de este puente es un ejemplo elocuente de cómo con esta metodología se puede transformar positivamente el desarrollo de diferentes infraestructuras. Desde la fase de diseño hasta la gestión del ciclo de vida, este caso de estudio destaca la importancia de adoptar tecnologías innovadoras en la industria de la construcción para impulsar el progreso y satisfacer las crecientes demandas de la sociedad.

Modelado 3D de la doble calzada Avenida 34 en Medellín

Según la Empresa de Desarrollo Urbano (EDU) “La modelación BIM realizada en el 2020 permitió al proyecto un ahorro en costos de \$ 695 millones y dos años y medio de trabajo” (párr. 3). Además, el subgerente de Diseño e Innovación indicó: “La incorporación de tecnologías 4.0 nos permitió crear un modelo digital para trabajar en la propuesta de ampliación de la Avenida 34, en conjunto con Fonvalmed, para ser más eficientes en las etapas de diseño y ejecución (Empresa de Desarrollo Urbano, 2020).

En cuanto a los recursos, el subgerente agregó que:

En la construcción de infraestructura de vías en lo que más se sufre es sobrecostos en fondos y tiempo, lo que perjudica a la comunidad que paga la obra por valorización, en este caso, y a su vez la que asume las incomodidades de una construcción lenta. Esta metodología BIM representa un ahorro de estos recursos. (Empresa de Desarrollo Urbano, 2020, párr. 6)

Figura 2

Modelado 3D de la doble calzada de la Avenida 34 en Medellín



Fuente: (Analisis Urbano, 2020)

Este proyecto no solo redefinió la movilidad en la ciudad, sino también ilustra cómo la metodología BIM puede potenciar la eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos viales. Este caso subraya la importancia de adoptar enfoques innovadores para abordar los desafíos de la movilidad urbana y garantizar un desarrollo urbano sostenible (Barrera y Bernhard, 2020).

La implementación exitosa de la metodología de modelado de información de construcción implica una serie de consideraciones clave (Cad&Lan, 2021). Por ello es crucial que la alta dirección de la empresa respalde y se comprometa con este objetivo. Esto implica asignar recursos, establecer metas claras y comunicar la importancia de BIM a todo el equipo; proporcionar capacitación adecuada a los equipos involucrados es esencial, incluidos arquitectos, ingenieros, contratistas y demás profesionales.

De acuerdo con la investigación de Nieto Amézquita (2023), la implementación de BIM debe asumirse como un proceso de cambio cultural, un enfoque progresivo en el que los proyectos se documentan cuidadosamente antes de su ejecución y que debe ser tratado como un proceso natural y colaborativo en lugar de uno rígido y forzado. De esta manera, al aplicar un modelo en el que diferentes disciplinas se integran horizontalmente en una interacción técnica

continua, es posible evitar la tendencia de los actores del proyecto a participar solo en las etapas que les corresponde, para que lo hagan en todo el ciclo de desarrollo.

Según las experiencias en países más desarrollados, el cambio más difícil no es el costo del *software* o aprender la metodología, sino cambiar la forma de pensar y trabajar en proyectos; este cambio supone más colaboración entre arquitectos, diseñadores y constructores, un mayor nivel de detalle en el proceso de diseño de cada disciplina y reuniones frecuentes, para, de esta manera, coordinar en un ambiente colaborativo. Todas las partes involucradas deben utilizar el modelo del proyecto y evaluar los cambios potenciales y su impacto (Nieto Amézquita, 2023).

Para asumir la implementación de la metodología de modelado de información de construcción, se requiere seguir una serie de recomendaciones en la fase de preconstrucción. En este sentido, Nieto Amézquita indica las siguientes:

1. Establecer una visión clara, lo cual implica definir de manera precisa y comprensible los objetivos y beneficios que se esperan alcanzar con la implementación de BIM. Esta visión debe comunicarse de manera efectiva a todos los miembros del equipo y a las partes interesadas, para que todos estén alineados y comprometidos con los mismos objetivos.
2. Comprometer las esferas directivas como factor fundamental. La alta dirección debe respaldar y promover activamente la adopción de la metodología, mostrando su compromiso a través de la asignación de recursos, la participación en la toma de decisiones estratégicas y la promoción de una cultura organizacional orientada hacia BIM.
3. Evaluar y mejorar las capacidades del recurso humano, para lo cual se realiza un análisis exhaustivo de las habilidades, recursos, tecnología y procesos existentes en la organización; esto ayuda a identificar las áreas de fortaleza y las brechas que se deben superar.
4. Desarrollar un plan de capacitación y desarrollo efectivo, el cual debe identificar las competencias necesarias para utilizar BIM de manera eficiente y efectiva y diseñar actividades de capacitación que aborden esas necesidades. Además, el plan debe considerar el uso de diferentes enfoques de aprendizaje, como cursos, talleres, certificaciones y tutorías, para brindar las habilidades y conocimientos necesarios.
5. Establecer estándares y protocolos de trabajo sólidos para definir las pautas y directrices sobre el uso del modelo BIM, el intercambio de información, la nomenclatura y los niveles de detalle, entre otros aspectos.

CITAS

6. Seleccionar de forma adecuada las herramientas y tecnologías, considerar la interoperabilidad entre las herramientas seleccionadas y su capacidad para integrarse con el flujo de trabajo existente. La elección de tecnologías apropiadas, tales como *software* de modelado BIM, aplicaciones de gestión de datos y visualización 3D.

7. Definir procedimientos de evaluación continua y mejora, estableciendo mecanismos de retroalimentación y seguimiento que permitan monitorear el progreso y los resultados obtenidos. Mediante la recopilación de datos, el análisis de desempeño y la identificación de áreas de mejora se pueden implementar acciones correctivas y ajustes necesarios.

8. Estar al tanto de las últimas tendencias y avances en tecnología BIM para actualizar constantemente los procesos y las herramientas utilizadas. La evaluación continua y la mejora garantizan que haya evolución y adaptación a medida que avanza la tecnología; esto maximiza los beneficios y el rendimiento del proyecto.

A su vez, Gómez Gaviria plantea una estrategia de implementación BIM e indica que “El éxito del programa depende de un exitoso monitoreo que permita detectar desviaciones y riesgos” (2020, párr. 15). Para ello plantea 3 objetivos:

1. Consistencia: generar un marco BIM colaborativo común para el sector, que incluya orientaciones y requisitos sectoriales específicos.
2. Eficiencia: lograr mínimo un 10 % de ahorro en costos en proyectos de construcción e infraestructura pública de orden nacional.
3. Eficacia: mantener información de manera digital a través de un entorno común de datos.

De igual forma, Gómez Gaviria plantea una serie de pilares principales para el sector público:

1. El liderazgo público: la adopción exitosa y la transformación será alcanzada en la medida que el sector público requiera utilizar la metodología BIM en los proyectos de construcción públicos. Las acciones específicas son:
 - Liderar implementación de la estratégica.
 - Evolucionar hacia nuevas tendencias.
 - Mantener cohesión público-privada.
2. Marco colaborativo: el marco de colaboración ayudará a definir la metodología, los procesos para lograr un lenguaje común y la generación

de normas técnicas estandarizadas para la aplicación de BIM. Las acciones específicas son:

- Adoptar estándares.
- Desarrollar guías técnicas.
- Desarrollar plantillas técnicas.

3. Comunicación y difusión: la difusión de la estrategia, su progreso, la presentación de estudios de casos BIM y de lecciones serán importantes para fortalecer el grupo y favorecer la participación de diferentes actores de la cadena de valor. Las acciones específicas son:

- Socializar la estrategia.
- Promover redes de colaboración.
- Posicionar la estrategia.

4. Desarrollo de capacidades: la difusión de capacidades busca asegurar que las organizaciones y los gerentes de proyectos puedan desarrollar habilidades para la correcta especificación de requerimientos de información mediante la metodología BIM. Las acciones específicas son:

- Generar capacidad en los diferentes actores.
- Apoyar la definición del plan de estudios.
- Fomentar los procesos de certificación.

Por medio del análisis de autores Nieto Amézquita (2023) y Gómez Gaviria (2020) se ha logrado determinar que la implementación exitosa de BIM en la gerencia de proyectos requiere de ciertas estrategias y algunos aspectos para tener en cuenta, los cuales son:

1. Planificación estratégica:

- Identificación de objetivos: definir claramente los objetivos y beneficios que se esperan lograr con la implementación de BIM.
- Evaluación de recursos: tener el personal adecuado y las herramientas de *software* necesarias para la implementación de BIM.
- Desarrollo de un plan estratégico: crear un plan que detalle cómo BIM se utilizará a lo largo de todas las fases del proyecto y cómo se integrará con los procesos existentes.

2. Formación y capacitación:

- Proporcionar formación al equipo de trabajo en el uso de *software* BIM y en las prácticas BIM. Esto puede incluir la formación en el uso de herramientas como Revit, ArchiCAD o AutoCAD Civil 3D, dependiendo de las necesidades del proyecto.

3. Selección de software y herramientas:

- Elegir el *software* BIM que mejor se adapte a las necesidades del proyecto y a las capacidades del equipo de trabajo.
- Elegir un *software* que sea compatible con los estándares BIM que se utilizan en la región o en la empresa.

4. Establecimiento de estándares BIM:

- Definir estándares y protocolos de modelado que deben seguirse en todo el proyecto. Esto incluye estándares de nomenclatura, clasificación, niveles de detalle, etc.
- Asegurarse del cumplimiento de estos estándares.

5. Integración de BIM en el proceso de diseño y construcción:

- El uso de BIM deberá estar en todas las fases del proyecto, desde el diseño conceptual hasta la construcción y la operación posterior.
- Fomentar la colaboración entre los equipos de diseño y construcción para garantizar que la información se comparta de manera efectiva a través del modelo BIM.

6. Gestión de datos BIM:

- Establecer un sistema para gestionar y controlar la información contenida en el modelo BIM. Esto incluye la gestión de versiones, revisiones y cambios.
- Implementar un proceso de revisión y aprobación para garantizar la calidad y la precisión de los datos en el modelo BIM.

7. Detección de conflictos y coordinación:

- Utilizar el modelo BIM para detectar y resolver conflictos en el diseño antes de que lleguen a la etapa de construcción.
- Coordinar y colaborar estrechamente con todas las partes interesadas, como arquitectos, ingenieros, contratistas y subcontratistas.

8. Documentación y entrega de proyectos:

- Utilizar el modelo BIM para generar documentación de construcción, como planos y listas de materiales.

- Asegurarse de que los documentos generados a partir del modelo BIM sean precisos y estén actualizados.

9. Mantenimiento y operaciones:

- Se puede continuar utilizando el modelo BIM para la gestión de activos y el mantenimiento del edificio a largo plazo.

10. Evaluación y mejora continua:

- Realizar evaluaciones periódicas para medir el éxito de la implementación de BIM y buscar áreas de mejora.
- Ajustar el proceso y los estándares según sea necesario para optimizar la eficiencia y la calidad.

Como se ha mencionado, la implementación de BIM puede ser gradual y depende del compromiso y liderazgo de la gerencia y de los demás involucrados en el desarrollo de un proyecto. Si esto se logra, trae consigo ventajas competitivas significativas al mejorar la eficiencia y la calidad en la industria de la construcción (Gómez Gaviria, 2020).

En Colombia la implementación de la metodología BIM se ha venido incrementando significativamente en los últimos diez años, ya que se han llevado a cabo distintos proyectos exitosos que han demostrado los beneficios que trae esta metodología en el sector de la ingeniería y la construcción. Uno de los casos más importantes, ya mencionado, es la construcción del Puente Pumarejo en Barranquilla, este fue un proyecto crucial para mejorar la infraestructura de la región. La implementación de BIM facilitó la coordinación entre los diseñadores, constructores y autoridades gubernamentales, lo que permitió una ejecución eficiente y la entrega del proyecto en el plazo establecido.

La Hidroeléctrica Ituango es otro de los proyectos que se ha beneficiado con el uso de esta metodología. Esta represa está ubicada en el departamento de Antioquia y es uno de los proyectos de generación de energía más grandes de Colombia. La implementación de BIM permitió una gestión más eficiente de los recursos, la identificación temprana de conflictos en el diseño y una mejor comunicación entre las partes involucradas. A pesar de algunos desafíos, el proyecto avanza de manera exitosa gracias al uso de esta metodología.

Por otro lado, La remodelación y modernización del Estadio Metropolitano en Barranquilla para los Juegos Centroamericanos y del Caribe 2018 se llevó a cabo utilizando BIM, lo cual permitió tener un diseño más preciso, una gestión eficiente de recursos y un cronograma de construcción optimizado para garantizar la finalización exitosa del proyecto antes de los eventos deportivos.

Estos son solo algunos ejemplos de cómo esta metodología ha contribuido al éxito de proyectos en Colombia. La implementación de BIM sigue creciendo en el país, ya que cada vez más profesionales de la construcción y la ingeniería reconocen sus beneficios en términos de eficiencia, reducción de costos y mejora de la calidad en proyectos de gran envergadura.

Discusión

Teniendo en cuenta los resultados, el futuro de la metodología de modelado de información de construcción en la gerencia de proyectos es prometedor; también se espera que esta metodología continúe evolucionando y permitiendo una mejor automatización y análisis predictivo de los proyectos. La educación y la formación en BIM serán esenciales para aprovechar al máximo esta tecnología en constante evolución.

Los diversos autores coinciden en concluir que BIM es una herramienta que ofrece grandes beneficios y, si se implementa correctamente, se podrán evidenciar mejoras de rendimiento, con lo cual se logra que los proyectos destaqueen casi de inmediato. La implementación BIM en el país, desde la perspectiva de los involucrados en el proyecto analizado por Ramírez Quintero (2021) ha ido avanzando considerablemente. Algunos de ellos han visto la migración de procesos análogos a digitales y ven con buenos ojos este cambio, pues la estandarización de estrategias y procesos ha facilitado en gran medida esta implementación. Además, varios de los involucrados indican que desde que comenzaron a aplicar la metodología en sus proyectos han identificado aumento en la productividad de hasta un 60 %, lo cual indica la ventaja de utilizar la metodología de modelado de información de construcción.

Puntos positivos de la metodología BIM

- Permite la creación de modelos 3D detallados que facilitan la visualización y simulación del proyecto. Esto mejora la eficiencia en el diseño al identificar posibles problemas antes de la construcción. Además, la colaboración entre los diversos equipos (arquitectos, ingenieros, contratistas, etc.) se ve mejorada al tener un modelo centralizado y compartido.
- Proporciona una visión integral del proyecto, lo que facilita la gestión de proyectos desde la planificación hasta la ejecución. Además, la capacidad de realizar análisis de costos y programación integrados contribuye a la toma de decisiones.
- Ayuda a identificar y corregir errores de diseño antes de la construcción, lo que reduce costos y evita retrasos. La capacidad de realizar análisis de

interferencias contribuye a la detección temprana de posibles conflictos entre sistemas.

- No se limita a la fase de construcción; también facilita la gestión del ciclo de vida del proyecto. La información detallada en el modelo contribuye al mantenimiento a largo plazo y a la toma de decisiones para futuras intervenciones.

Los beneficios de este enfoque son importantes para todos los involucrados; las reducciones de tiempo y costos que proporciona BIM se han señalado varias veces en este estudio. Sin embargo, existen algunos obstáculos que impiden acelerar su implementación. En primer lugar, la poca participación de los contratistas; esto se debe a que es una metodología reciente en el país y no ha obtenido el suficiente apoyo público y privado para implementarla, de igual manera el desconocimiento en el manejo de estas herramientas por profesionales que llevan ejerciendo su carrera durante varios años y no han actualizado sus conocimientos se presenta como una dificultad. Es importante que esto se tenga en cuenta porque podría ser una desventaja competitiva en el mercado laboral, debido a que las empresas van a empezar a requerir personal calificado y capacitado para lograr sacar adelante proyectos de gran envergadura gerenciados desde la metodología. Para superar este obstáculo, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha lanzado la estrategia de adopción de metodología BIM en Colombia como estrategia de impulso a la transformación digital del sector de la construcción, por lo cual espera que para el año 2025 exista un requerimiento de uso de BIM entre el 85 % y 100 % de los proyectos de construcción en el sector públicos (Gómez Gaviria, 2020).

Actualmente el procesamiento de información estructurada, sustentado en *software* profesional, es una base para el desarrollo de proyectos de construcción. El uso de la metodología BIM se está convirtiendo en un pilar fundamental y casi que en un requisito para el desarrollo de proyectos en los que las soluciones sean posibles mediante procesos de gestión de información o datos (Galvis, 2022).

Desafíos potenciales

- La eficiencia de BIM puede depender de la calidad y precisión de la información introducida en el modelo. Además, la adopción de BIM puede requerir una curva de aprendizaje para los equipos que no están familiarizados con la metodología.
- La implementación inicial puede requerir una inversión significativa en tecnología y capacitación. Además, la precisión de los costos y la programación dependen de la calidad de los datos introducidos en el modelo.

- La efectividad en la reducción de errores depende de la calidad y actualización constante del modelo. Además, la detección de interferencias puede no ser completa si la colaboración entre equipos no es adecuada.
- La gestión del ciclo de vida requiere un compromiso continuo para mantener actualizada la información en el modelo. Además, algunos proyectos pueden no beneficiarse plenamente de esta característica, especialmente si son de pequeña escala.

Ahora bien, la implementación de BIM como herramienta de gerencia de proyectos presenta varios desafíos, por ejemplo, la falta de estandarización e interoperabilidad entre las diferentes plataformas de *software* utilizadas para realizar planos y modelos 3D. Esto puede causar dificultades en el intercambio de información y colaboración entre las diferentes partes interesadas del proyecto, lo que genera retrasos y aumento de costos. Muchos profesionales de la construcción no están familiarizados con la esta tecnología y es posible que no sepan cómo utilizarla de forma eficaz. Esto puede resultar en una falta de aceptación por parte de los miembros del equipo, lo que genera resistencia a su implementación.

Un estudio de Gámez, Soler y González (2019) plantea que el modo tradicional de gestionar el proceso constructivo puede evolucionar con el uso y la implementación de la metodología BIM. Además, empleando las metodologías tradicionales generalmente se encuentran deficiencias en los documentos y diseños, los cuales tendrán consecuencias en la etapa de construcción, pero con el buen manejo de la tecnología BIM en el proyecto se puede llevar a cabo correctamente la etapa de construcción.

Conclusiones

A lo largo de este artículo reflexivo, hemos explorado varias situaciones que han llevado a las organizaciones y empresas del sector de la construcción a adoptar la metodología BIM como una herramienta esencial para la gestión de proyectos. Esto se debe a los numerosos beneficios que ofrece en las distintas etapas del proyecto, especialmente durante la fase de planificación. En esta etapa, la metodología BIM es crucial para anticipar y minimizar imprevistos relacionados con costos, tiempo y materiales durante la ejecución del proyecto, ayudando a evitar obstáculos que podrían poner en riesgo el cumplimiento de sus objetivos.

Los proyectos analizados muestran casos en los que se utiliza BIM como alternativa a la metodología tradicional, se analiza el costo de su implementación, se detectan falencias y se presentan oportunidades de mejora en la gestión, lo cual permite concluir que BIM ha revolucionado la gerencia de proyectos de construcción al proporcionar una base de datos centralizada para la colaboración,

precisión y calidad del diseño. Así mismo, para facilitar la gestión de costos y programación, esta herramienta permite el análisis de impacto en tiempo real y la simplificación de la documentación del proyecto. Estos aportes han llevado a una mayor eficiencia en la ejecución de proyectos, lo que reduce los riesgos y mejora la satisfacción de los clientes. La implementación de BIM en la gerencia de proyectos es, sin duda, un avance significativo en la industria de la construcción y continuará desempeñando un papel fundamental en el futuro.

De esta manera, cabe resaltar los beneficios y aportes que se han evidenciado a lo largo del desarrollo del artículo:

1. Colaboración mejorada: uno de los principales aportes de esta metodología en la gerencia de proyectos es la mejora significativa en la colaboración de todos los involucrados y participantes del proyecto, ya que todos los miembros del equipo pueden acceder a los modelos y herramientas BIM, lo cual facilita la comunicación y coordinación.
2. Mayor precisión y calidad: las herramientas BIM muestran información detallada y precisa sobre todas las partes que componen el proyecto, esto permite que la planificación del proyecto y los diseños sean mucho más precisos, lo que conduce a una construcción de mayor calidad. Los errores y conflictos se identifican antes de que ocurran en el sitio, lo cual ahorra tiempo y dinero.
3. Gestión de costos y programación: aporta distintas ventajas, ya que los usuarios pueden estar vinculados a bases de datos de que estimen costos y programación de obra. Esto permite una gestión más eficiente de los recursos y el seguimiento en tiempo real del progreso del proyecto, lo que posibilita mejorar la toma de decisiones para evitar retrasos y sobrecostos.
4. Análisis de impacto: permite realizar análisis en tiempo real, esto quiere decir que los cambios en el diseño o la programación se pueden evaluar instantáneamente para comprender su impacto en el conjunto del proyecto. Esta capacidad de análisis ayuda a tomar decisiones más rápidas y eficientes.
5. Documentación completa: mejora la planimetría y la documentación del proyecto, ya que pueden generar automáticamente planos y detalles, lo cual reduce la necesidad de trabajo manual y minimiza los errores en la documentación. A su vez facilita la aprobación regulatoria y la comunicación con todas las partes interesadas.

Esta metodología se ha convertido en una herramienta indispensable en la gerencia de proyectos de construcción y arquitectura, debido a su capacidad para mejorar la eficiencia en la planificación y el diseño. Su implementación y

CITAS

evolución continua prometen seguir impulsando avances significativos en la industria de la construcción en términos de calidad, eficiencia y sostenibilidad. En un mundo donde la gestión de proyectos efectiva es esencial, la metodología BIM se presenta como un aliado inestimable para alcanzar el éxito en la arquitectura del futuro.

Referencias

- Autodesk. (2023). Autodesk. <https://www.autodesk.com/mx/solutions/bim/benefits-of-bim#:~:text=BIM%20no%20solo%20permite%20que,BIM%20en%20todo%20el%20mundo>.
- Barrera Mondragón, P. K. y Bernhard Rojas, J. S. (2020). *Importancia de la metodología BIM en la gerencia de proyectos* [Tesis de grado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/29742>
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (4º edición). Bogotá: Pearson.
- Cad&Lan. (29 de enero de 2021). Cad&Lan. chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.cadlan.com/wp-content/uploads/2021/01/Beneficios-de-construir-sobre-BIM-en-el-sector-AEC-con-un-ensayo-de-ingenieria-integrada.pdf
- Castellanos, C. P., Santos, H. A., Castañeda, L. A. y Osorio, T. (2023). *Impacto de la implementación de la metodología BIM (building information modeling) en el sector de la construcción en Bogotá* [Tesis de grado]. Universidad EAN. <http://hdl.handle.net/10882/12873>
- Cortés Escobar, G. (2022). *Metodología building information modeling (BIM) en proyectos de construcción* [Tesis de grado]. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/542a0306-5960-4fe3-b5da-d53867e6dd99>
- Editeca. (31 de julio de 2019). *Tres grandes casos de éxito recientes con BIM en empresas españolas*. <https://editeca.com/casos-de-exito-con-metodologia-bim/>
- Empresa de Desarrollo Urbano [Edu]. (7 de noviembre de 2020). *Medellín es premiada por incorporación de tecnologías 3D en diseño de la Avenida 34*. <https://www.edu.gov.co/noticias/item/180-medellin-es-premiada-por-incorporacion-de-tecnologias-3d-en-diseno-de-la-avenida-34>
- Equipo BIMnd. (22 de abril de 2022). *Los 8 grandes beneficios de BIM en la construcción*. <https://www.bimnd.es/los-8-grandes-beneficios-de-bim-en-la-construcion/>
- Flórez, G. (24 de agosto de 2018). El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>
- Galvis, E. (2022). *Implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura en Colombia* [Tesis de Grado]. Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/44008/GalvisLizarazoEdwinSamuel2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gámez, F., Soler, M. y González, R. (2019). Introducción a la metodología BIM. *Reserach Gate*. <https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Jesus-Gonzalez-Marquez/publication/284159764>
- Giménez, M. (15 de agosto de 2019). *Qué es BIM o modelado de información de construcción*. Hiberus Blog. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-bim-construcion/>

CITAS

e-ISSN: 2422-4529 |  <https://doi.org/10.15332/24224529>
Vol. 10 N.º 2 | julio-diciembre de 2024

- Gómez Gaviria, D. (2020). *Estrategia de adopción de BIM en Colombia* [Diapositivas]. Camacol.
chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgkclefindmkaj/https://camacol.co/sites/default/files/LANZAMIENTO%20DE%20LA%20ESTRATEGIA%20DE%20ADOPCI%C3%93N%20BIM%20EN%20COLOMBIA.pdf
- Grupo Tekton. (6 de mayo de 2016). *Consecuencias de no adoptar la tecnología BIM Management*. <https://www.tekton.es/consecuencias-no-adoptar-tecnologia-bim-management/>
- Limas, D. (2019). *Metodología BIM aplicada a la fase de prefactibilidad de un proyecto vial de tercer orden en Colombia* [Tesis de maestría]. Universidad Santo Tomás.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21185/2020davidlimas.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Lumen Concept. (1 de mayo de 2020). *Gestión de proyectos con la metodología BIM*.
<https://lumenconcept.com/gestion-de-proyectos-con-la-metodologia-bim/>
- Nieto Amézquita, F. (2023). *Estrategia metodológica para la implementación BIM en el sector AEC con énfasis en la fase de preconstrucción* [Tesis de grado]. Universidad Santo Tomás.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/51491>
- Olejua, F. (2021). *Análisis de la implementación de las metodologías BIM en los procesos de construcción en las obras de vivienda Villa Sofía y bodegas San Francisco en el departamento de Santander* [Tesis de grado]. Universidad Antonio Nariño.
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6347>
- Ramírez Quintero, M. (2021). *Análisis de la implementación BIM en Colombia: caso de estudio y diagnóstico de industria de la construcción* [Tesis de grado]. Universidad de los Andes.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/0dc70706-9b84-451e-baeb-ad334ee0372b>
- Rodríguez, Y. (2021). *Implementación de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto estructural de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Tunja* [Tesis de grado]. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/37925>
- Rubiano Neira, D. (2021). *Beneficios de aplicación metodología BIM (building information modeling) en proyectos de infraestructura. Caso de estudio: agrupación de vivienda caminos de Sie - Tocancipá, Cundinamarca* [Tesis de grado]. Universidad Piloto de Colombia. <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9964>
- Sepúlveda Zambrano, A. (2020). *Impactos en la implementación de la metodología BIM en el sector construcción: una revisión sistemática de la literatura científica desde el 2015 hasta el 2019* [Trabajo de grado]. Universidad Privada del Norte.
<https://hdl.handle.net/11537/27487>
- Simón, J. D. (s. f.). *¿Qué es la metodología BIM y qué beneficios aporta?* Ingeoexpert.
<https://ingeoexpert.com/articulo/que-es-el-bim-y-a-que-se-debe-su-importancia/>
- Suárez, I., Vidal, L. y Leyva, C. (2019). Ventajas de la implementación de la metodología BIM utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 12(10), 155-163.
https://1library.co/document/zln61eoq-ventajas-implementacion-metodologia-utilizando-revit-desarrollo-proyectos-edificaciones.html#google_vig

CITAS

e-ISSN: 2422-4529 |  <https://doi.org/10.15332/24224529>
Vol. 10 N.º 2 | julio-diciembre de 2024