



**Revisión bibliográfica del impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en
Colombia: última década.**

Santiago Echeverri Orrego

Daniel Felipe Obando Ciro

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Asesores

Derly Estefany Gómez García, Doctor (PhD) en Ingeniería Ambiental

Sebastián Romero Arrieta, Ingeniero Ambiental

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita

(Echeverri Orrego & Obando Ciro, 2024)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Echeverri Orrego, S., & Obando Ciro, D. F. (2024). *Revisión bibliográfica del impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia: última década*. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Chantall Ciro
Gepeto Echavarría

Contenido

| | |
|------------------------------------|----|
| Resumen | 6 |
| Abstract | 7 |
| 1. Introducción | 8 |
| 2. Planteamiento del problema..... | 9 |
| 3. Justificación | 9 |
| 4. Objetivos | 10 |
| 5. Marco teórico | 11 |
| 6. Metodología | 16 |
| 7. Resultados y análisis | 19 |
| 8. Conclusiones | 28 |
| 9. Recomendaciones | 29 |
| Referencias | 30 |
| Anexos..... | 31 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Dimensiones BIM. | 11 |
| Tabla 2 Ecuaciones de búsqueda..... | 17 |
| Tabla 3 Palabras claves. | 18 |
| Tabla 4 Criterios de exclusión e inclusión. | 18 |
| Tabla 5 Portafolio de referencias parte 1..... | 20 |
| Tabla 6 Portafolio de referencias parte 2..... | 21 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Nivel de implementación de BIM en el mundo..... | 13 |
| Figura 2 Flujo de trabajo de la revisión bibliográfica. | 16 |
| Figura 3 Diagrama de flujo resumen del proceso de búsqueda y revisión..... | 19 |
| Figura 4 Implementación del BIM en América Latina. | 23 |

Resumen

Este trabajo presenta un análisis detallado sobre la implementación de la metodología *Building Information Modeling* (BIM) en el sector de la construcción de viviendas en Colombia. Ante la complejidad y los retos del proceso constructivo, se destaca la necesidad de adoptar tecnologías innovadoras como BIM para mejorar la eficiencia y la productividad. Nuestro objetivo principal es examinar el estado actual de la adopción de BIM, así como identificar los beneficios, desafíos y el impacto positivo que esta tecnología tiene en los proyectos de construcción. La metodología empleada consistió en una revisión sistemática de la literatura, utilizando criterios de búsqueda, abordamos temas como la participación de empresas y entidades gubernamentales en la promoción de BIM, los beneficios económicos y ambientales de su implementación, así como los desafíos relacionados con la capacitación del personal y la estandarización de procesos. Los resultados revelan que la implementación efectiva de BIM puede generar importantes mejoras en la planificación, ejecución y costo de los proyectos de construcción de viviendas en Colombia. Donde concluimos que la adopción generalizada de BIM requiere de una inversión en capacitación y tecnología, así como de la promoción de la colaboración entre los diferentes actores del sector y el apoyo de políticas gubernamentales. Este trabajo busca contribuir al avance de la construcción sostenible y eficiente en Colombia a través de la adopción efectiva de la tecnología BIM.

Palabras clave: BIM, construcción, Colombia, viviendas, análisis sistemático, artículo de revisión

Abstract

This paper presents a detailed analysis of the implementation of the Building Information Modeling (BIM) methodology in the housing construction sector in Colombia. Given the complexity and challenges of the construction process, the need to adopt innovative technologies such as BIM to improve efficiency and productivity is highlighted. Our main objective is to examine the current state of BIM adoption, as well as to identify the benefits, challenges, and positive impact that this technology has on construction projects. The methodology employed consisted of a systematic literature review, using search criteria. We addressed topics such as the involvement of companies and government entities in promoting BIM, the economic and environmental benefits of its implementation, as well as challenges related to personnel training and process standardization. The results reveal that the effective implementation of BIM can lead to significant improvements in the planning, execution, and cost of housing construction projects in Colombia. We conclude that widespread adoption of BIM requires investment in training and technology, as well as promoting collaboration among different sector actors and government policy support. This work aims to contribute to the advancement of sustainable and efficient construction in Colombia through the effective adoption of BIM technology.

Keywords: BIM, construction, Colombia, housing, systematic analysis, review article

1. Introducción

La implementación de la metodología *Building Information Modeling* (BIM) en el sector de la construcción de Colombia no solo está mejorando el manejo de información y la planificación de proyectos, sino que también está teniendo un impacto positivo en la calidad y seguridad de las construcciones. Al disponer de un modelo virtual 3D detallado, se pueden detectar conflictos o problemas, lo que permite corregir a tiempo cualquier falla, mejorar la calidad de la construcción y reducir los posibles riesgos asociados a la obra (Acero Vaca, 2021).

En los últimos años, Colombia ha experimentado un progreso notable en la implementación y adopción de la tecnología BIM, consolidándose como uno de los líderes en América Latina en este ámbito. Este avance se refleja en diversas iniciativas tanto del sector público como del sector privado, que buscan capitalizar los beneficios de esta metodología para optimizar la planificación, diseño, ejecución y gestión de proyectos de construcción (Construdata, 2023).

El presente trabajo se centra en analizar en profundidad el impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia durante la última década. Para ello, se examinan tanto los beneficios potenciales como los desafíos inherentes a su adopción, también se destacan casos de éxito en la implementación de dicha tecnología y se identifican áreas clave para futuras investigaciones y acciones.

El problema central que aborda esta investigación radica en comprender cómo la adopción de BIM ha influido en aspectos clave del proceso de construcción de viviendas en Colombia, y cómo estos cambios han contribuido al avance del sector de la construcción en el país. A través de una revisión de la literatura y el análisis de resultados obtenidos, se busca ofrecer una visión completa del panorama actual de la implementación de BIM en el contexto colombiano, así como proporcionar recomendaciones prácticas para aquellos involucrados en la toma de decisiones dentro de la industria de la construcción.

En última instancia, este trabajo aspira a contribuir al avance y la mejora continua del sector de la construcción de viviendas en Colombia, proporcionando una base sólida de conocimientos que pueda ser utilizada para optimizar prácticas y procesos existentes, así como también para informar y guiar futuras iniciativas en este campo.

2. Planteamiento del problema

El problema central que aborda esta investigación radica en comprender el impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia durante la última década, considerando tanto los beneficios potenciales como los desafíos inherentes a su adopción. A medida que la industria busca mejorar la eficiencia y la productividad, surge la necesidad de evaluar críticamente cómo BIM ha influenciado estos aspectos clave del proceso de construcción de viviendas en el país.

Este problema de investigación plantea varias preguntas fundamentales:

- ¿Cuál es el estado actual de la adopción de BIM en la industria de la construcción de viviendas en Colombia?
- ¿Qué beneficios específicos ha traído consigo la implementación de BIM en proyectos de construcción de viviendas en Colombia?
- ¿Cuáles son los principales desafíos o barreras que enfrentan las empresas colombianas al adoptar BIM en la construcción de viviendas?
- ¿Cómo ha impactado la tecnología BIM en la eficiencia y la productividad en la construcción de viviendas en Colombia?

3. Justificación

Esta investigación busca ofrecer una visión completa del impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia durante la última década. Su objetivo es analizar los beneficios y desafíos asociados con la adopción de BIM en este contexto, para informar y guiar a los profesionales, empresas y organismos que operan en esta industria.

En última instancia, esta investigación aspira a contribuir al avance y la profesionalización del sector de la construcción de viviendas en Colombia, brindando información valiosa que pueda ser utilizada para mejorar las prácticas y procesos existentes. Al ofrecer una visión imparcial y fundamentada, se espera que este trabajo sirva como una guía confiable para aquellos involucrados en la toma de decisiones dentro de la industria, permitiéndoles aprovechar al máximo el potencial de la tecnología BIM en el contexto colombiano.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Analizar el impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia durante la última década.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar los beneficios y desafíos documentados en la literatura respecto a la implementación de la tecnología BIM en proyectos de vivienda en Colombia
- Investigar las tendencias emergentes en el uso de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia.
- Analizar los principales desafíos culturales y de capacitación asociados con la adopción de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia.

5. Marco teórico

5.1. Concepto y Evolución de la Tecnología BIM

El término *Building Information Modeling* (BIM) engloba una variedad de definiciones que reflejan su evolución y aplicación en la industria de la construcción. Desde la perspectiva de Eastman et al. (2011), BIM es una tecnología de modelado y un conjunto de procesos para comunicar, producir y analizar modelos de edificaciones. Para Cortés Escobar (2022) es un enfoque metodológico para crear y administrar datos de proyectos de infraestructura a lo largo de su ciclo de vida. En síntesis, BIM se define como la representación digital de los procesos de construcción, abarca la generación y gestión de información de un proyecto, facilitando la toma de decisiones eficientes y la colaboración entre los participantes. A menudo se confunde con un software de modelado 3D, pero incorpora diversas dimensiones como tiempo, costos, operaciones y sostenibilidad (Velásquez Rivera & Niño Florez, 2022).

A continuación, se presenta una tabla que detalla las distintas dimensiones de BIM y sus respectivas descripciones:

Tabla 1

Dimensiones BIM.

Fuente. (Velásquez Rivera & Niño Florez, 2022).

| DIMENSION BIM | DESCRIPCION |
|--|---|
| 1D - Idea | Esta dimensión parte principalmente de la idea de la construcción de una casa y sus condiciones iniciales, como por ejemplo temas de ubicación, superficie y costos entre otros. Estableciendo también el plan de ejecución inicial. |
| 2D - Boceto | Para la segunda dimensión, se prepara el software para moldear, es decir este es el boceto del proyecto, donde se definen los materiales, las cargas estructurales y energéticas y se establecen las bases para la sostenibilidad del proyecto. |
| 3D - Coordinación | Cuando existe el uso de la metodología BIM se otorga un gran beneficio ya que permite detectar la interferencia que puede haber en cada uno de los modelos de las diferentes especialidades, así poder lograr mucho más beneficio que no se tienen en cuenta en el momento, como brindar la posibilidad de eliminar la gran mayoría de los conflictos que puedan presentarse en la construcción de la obra. |
| 4D - Planificación de la obra | El BIM ofrece también la ventaja de utilizar el presente modelo para poder organizar y planificar el trabajo con todos los ajustes necesarios para los procesos con la variable tiempo. El esculpir en 4D trae consigo una variedad de beneficios, ya que permite contar con una visualización y comunicación de suma importancia, que puede brindarle al equipo del proyecto, una mejor y mayor comprensión de las herramientas que se usan en la gestión de proyectos, para poder marcar puntos específicos e importantes, además para los planes de construcción. |
| 5D - Medición y Presupuestos de la obra | Con el manejo de la metodología BIM se permite hacer uso del modelo para llevar un control sobre los gastos que se tienen en cada una de las facetas del proyecto, que se basan en construcción, operación y por último mantenimiento. |
| 6D - Certificación energética | Con el uso de la metodología BIM también ofrece otro grande beneficio como es el modelo que permite realizar cálculos, análisis y estudios energéticos para tener un aprovechamiento de los recursos a usar. |
| 7D - Gestión de activos | Esta es la última dimensión que se utiliza para la realización del proyecto BIM y su función en concreto es reunir en el modelo BIM todas las condiciones físicas de los elementos estructurales, arquitectónicos y MEP (Mechanical – Electrical – Plumbing), como también para las instrucciones específicas para las operaciones y mantenimiento, otro gran beneficio y de suma importancia es que se utiliza para gestionar a corto y largo plazo todas las repercusiones financieras de cualquier modificación del activo, planear dichos gastos anteriormente mencionados y establecer su programa definido para el mantenimiento. |

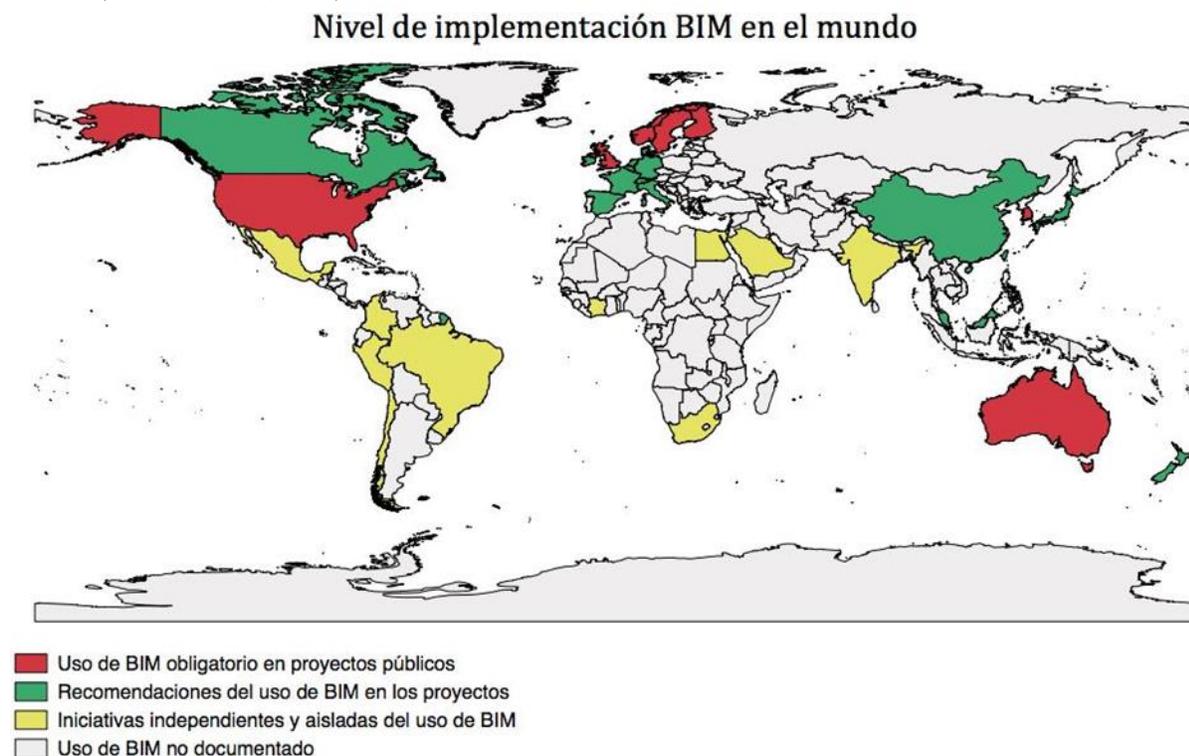
Según Galvis (2022), la implementación de modelos de información de construcción (BIM) ha tenido un avance significativo en la industria AECOO (Arquitectura, Ingeniería, Construcción, Propietario y Operador) a nivel mundial en los últimos años.

En el ámbito del sector público, el papel desempeñado por las entidades gubernamentales resulta fundamental para impulsar el desarrollo y la adopción de BIM en los proyectos de infraestructura. Esta relevancia se ve reflejada en la Figura 1, evidenciando una relación directa entre el nivel de implementación de BIM en cada país y las estrategias adoptadas por el gobierno en relación con esta tecnología (Alsina Saltarén, 2017). En algunos países como Estados Unidos y el Reino Unido, se han establecido políticas y normativas específicas que promueven el uso de BIM en la contratación pública, lo que ha generado un avance significativo en la adopción de esta metodología, mientras que en otros contextos la falta de acciones gubernamentales conduce a un uso más limitado y aislado de BIM, principalmente por parte de entidades privadas (Cheng & Lu, 2015).

Figura 1

Nivel de implementación de BIM en el mundo.

Fuente. (Alsina Saltarén, 2017).



5.2. Beneficios de la implementación de BIM en la construcción de viviendas

Laguna Parra y Torrente Romero (2015) sugieren que el uso completo de BIM conlleva numerosos beneficios para la industria de la construcción, como la comprensión clara del diseño conceptual, la capacidad de marketing, la facilitación de diseños alternativos y la integración de

soluciones constructivas. Su investigación mostró que BIM facilita la coordinación entre los participantes del proyecto, previene conflictos, identifica colisiones y reduce errores durante la construcción. Aunque muchas de estas tareas se realizaban previamente, la ventaja de BIM radica en su capacidad para demostrar y aplicar estas funciones virtualmente antes del inicio de los trabajos, lo que facilita la toma de decisiones consistentes y eficientes (Laguna Parra & Torrente Romero, 2015).

Según datos suministrados por la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), más del 40% de las edificaciones nuevas que se desarrollan en Colombia ya están implementando la metodología BIM, en consecuencia:

El aporte de esta digitalización en la construcción se resume en 600 días de reducción directa del cronograma de obra y de 32 por proyecto, en promedio. A esto se le puede sumar el aumento del 25% en la productividad y la disminución de 2,5 % en los costos por obra (Flórez, 2018, p. 1).

La metodología BIM, según Moreno et al. (2020), busca fortalecer la coordinación de proyectos de edificación con el uso de nuevas tecnologías de modelado, las cuales permiten la visualización coordinada del proyecto en 3D de principio a fin y la resolución de los detalles constructivos. Estos autores también señalan que la metodología BIM es coherente con la naturaleza de su campo de conocimiento y dentro de los parámetros académicos nacionales e internacionales en correspondencia con lo requerido en el dibujo de proyectos de Arquitectura e Ingeniería, mediante el manejo de herramientas informáticas que permiten simular procesos y visualizar el proyecto antes y durante el proceso de su construcción (Moreno et al., 2020).

En el análisis de comparación realizado por Amaya Beltran y Sierra Castiblanco (2021) se discuten los beneficios de la implementación de la metodología BIM en la fase de planificación para compañías del sector constructivo colombiano, y se presentan conclusiones específicas en cuanto a ahorro de tiempos, disminución en reprocesos y errores en el proceso constructivo, predicciones en flujo de caja y presupuestos acertados. En el análisis realizado por Velásquez Rivera y Niño Florez (2022) también se menciona que BIM promueve la optimización de recursos, la calidad y tiempo de los proyectos de construcción, lo que se traduce en ventajas para la construcción de cualquier tipo de edificación.

Para Sánchez Moreno et al. (2020) la metodología BIM otorga varios beneficios, como optimizar la planificación, identificar los riesgos y evaluar los proyectos en etapas tempranas, mejorar el diseño, mejorar la comunicación, agilizar la toma de decisiones, y optimizar la construcción agregando valor y facilitando un control efectivo de la ejecución de obra. Este estudio afirma que, con la información BIM in-situ y el uso de dispositivos móviles se puede obtener ayuda adicional en varias áreas, como la simulación y evaluación de riesgos laborales, accesibilidad, situaciones de emergencia o incendio en los edificios, el mantenimiento del edificio, el aprendizaje y entrenamiento en el uso de instalaciones.

5.3. Desafíos y barreras para la adopción de BIM en el sector de la vivienda

A pesar de los beneficios probados en términos de productividad, reducción de costos y mejora en la calidad, la implementación completa de BIM en el sector de la vivienda continúa enfrentando desafíos significativos, lo que dificulta su adopción y uso efectivo.

Cortés Escobar (2022) sostiene que es inaceptable que una parte considerable de los profesionales del sector de la construcción desconozca herramientas tan eficaces como la metodología BIM. El autor subraya la necesidad de buscar alternativas de difusión para integrar esta metodología en la vida profesional del sector de la construcción y que sea reconocida como un componente esencial en el desarrollo de proyectos futuros. Así mismo, Gomez Sanchez et al. (2019) mencionan desafíos como la necesidad de capacitación, la falta de estandarización y la resistencia al cambio en la cultura empresarial.

Muñoz Bolívar (2018) afirma que un desafío que enfrentan las empresas al adoptar la metodología BIM es la necesidad de adquirir equipos y tecnologías que les permitan trabajar con los nuevos procesos y requerimientos de la metodología. Esto implica adquirir equipos con mayores rendimientos para procesamiento y generación de modelados 3D, tales como servidores potentes, nuevas estaciones de trabajo y equipos móviles especializados. La inversión no solo está enfocada en equipo nuevo sino en la adaptación de los procesos y la capacitación del personal para trabajar con la nueva metodología.

La falta de adopción generalizada de BIM entre los profesionales de la construcción plantea el riesgo de que algún socio o subcontratista no utilice esta metodología, lo que podría limitar su capacidad para trabajar con los modelos. Además, los programas de BIM, al estar diseñados en otros países, suelen utilizar modelaciones estandarizadas que no siempre se ajustan adecuadamente

al sistema constructivo colombiano, lo que puede generar discrepancias y dificultades en la implementación efectiva de proyectos (Acero Vaca, 2021). En este sentido, Hernandez (2021) refiere que la fragmentación del campo y las relaciones adversas entre socios obstaculizan la implementación de BIM, causando una falta de integración entre herramientas y modelos, lo que hace crucial desarrollar estrategias gráficas para analizar en tiempo real estas relaciones y garantizar transparencia en los proyectos.

Finalmente, según Muñoz Bolívar (2018) la inversión en la metodología BIM también puede implicar un aumento en los costos de mano de obra y un incremento en los costos de los proyectos durante la fase inicial de implementación.

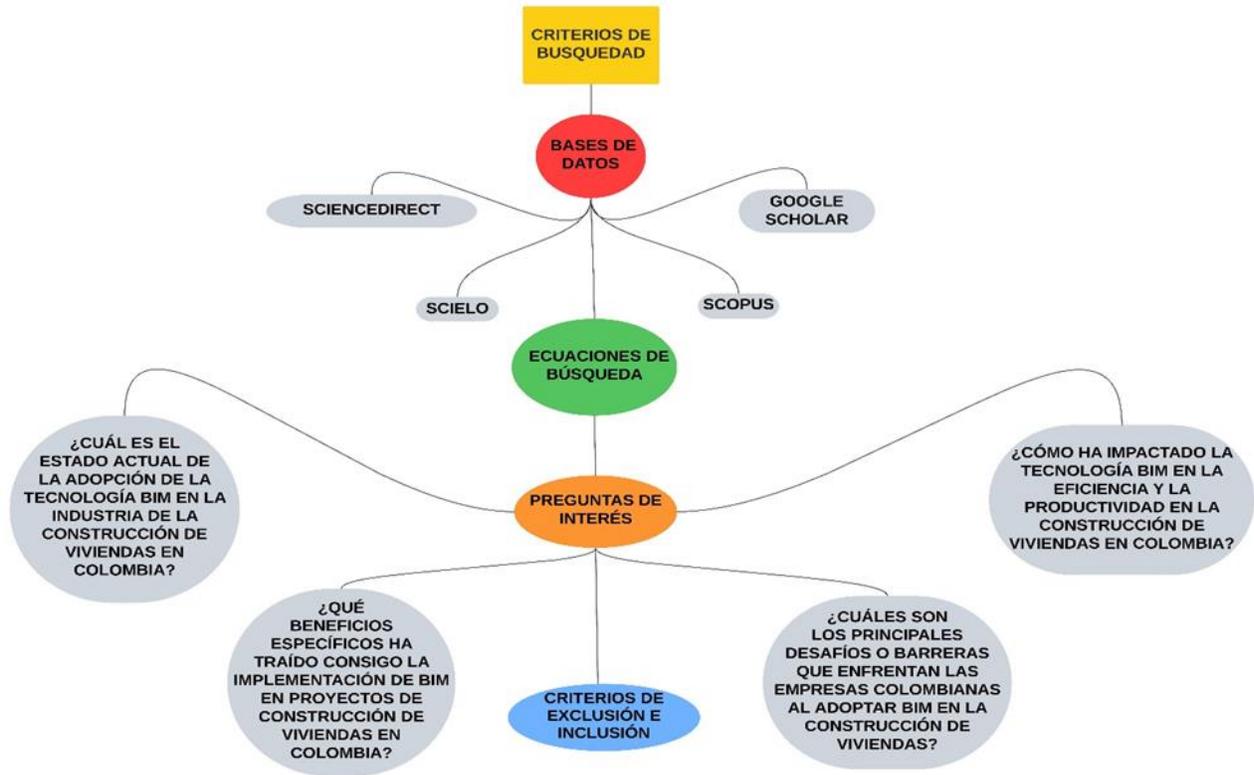
6. Metodología

Para llevar a cabo esta revisión, se utilizó una metodología que permitió realizar una revisión sistemática de la literatura relacionada con el impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia durante la última década. Se consultaron diversas fuentes de información, que incluyen bases de datos académicas y repositorios especializados como Scielo, Scimedirect, Scopus y Google Scholar (véase en la Figura 2). Después, procedimos con el proceso de exploración mediante el uso de ecuaciones de búsqueda previamente definidas. Las referencias encontradas fueron sometidas a un filtro basado en criterios de inclusión y exclusión.

Figura 2

Flujo de trabajo de la revisión bibliográfica.

Fuente. Elaboración propia.



6.1. Ecuaciones de búsqueda

Se definieron ecuaciones de búsqueda específicas para optimizar la recopilación de información relevante (Tabla 2). Cada ecuación en la tabla representa una estrategia de búsqueda única que ayudó a identificar documentos pertinentes para el estudio de investigación en cuestión. Estas ecuaciones utilizan el operador lógico "AND" y "OR" para combinar términos y restringir los resultados a documentos que contenían todas las palabras clave especificadas (Tabla 3), garantizando así la relevancia y especificidad de los resultados obtenidos. Todo este proceso se fundamentó en nuestras preguntas de interés, las cuales guiaron la selección de los archivos.

Tabla 2
Ecuaciones de búsqueda.

Fuente. Elaboración propia.

| Ecuaciones de búsqueda |
|---|
| ("Building Information Modeling" OR BIM) AND ("construcción de viviendas" OR viviendas OR construcción) OR ("construction of housing" OR "housing" OR "building")) AND Colombia |
| ("Building Information Modeling" OR BIM) AND Colombia |
| ("Building Information Modeling" OR BIM) AND ("construcción de viviendas" OR viviendas OR construcción) OR ("construction of housing" OR "housing" OR "building")) |
| Colombia AND ("construcción de viviendas" OR viviendas OR construcción) OR ("construction of housing" OR "housing" OR "building")) |

Tabla 3
Palabras claves.

Fuente. Elaboración propia.

| Palabras claves | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Español | Ingles |
| BIM | Building Information Modeling (BIM) |
| Colombia | Colombia |
| Construcción | Construction |
| Viviendas | Housing |

6.2. Criterios de exclusión e inclusión

Para la selección de los artículos pertinentes en esta revisión, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión como se observa en la Tabla 4. Los criterios de inclusión consideraron la relevancia temática, asegurando que los documentos abordaran directamente el impacto de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia. Además, se limitó la búsqueda a artículos publicados entre los años 2014 y 2023 para obtener información reciente sobre el tema.

Por otro lado, los criterios de exclusión garantizaron la calidad y coherencia de la literatura revisada. Se excluyeron documentos escritos en idiomas distintos al español o inglés para facilitar la comprensión y accesibilidad lingüística. Asimismo, se descartaron documentos de fuentes no verificables, para mantener la fiabilidad y robustez de los estudios seleccionados.

Tabla 4
Criterios de exclusión e inclusión.

Fuente. Elaboración propia.

| Criterios de exclusión e inclusión | |
|--|---|
| Inclusión | Exclusión |
| Estudios con relevancia temática en la implementación de la tecnología BIM en edificaciones. | Publicaciones fuera del periodo entre los años 2014 y 2023. |
| Artículos disponibles en idiomas español e Ingles. | Documentos no académicos |
| Estudios realizados en Colombia. | |

7. Resultados y análisis

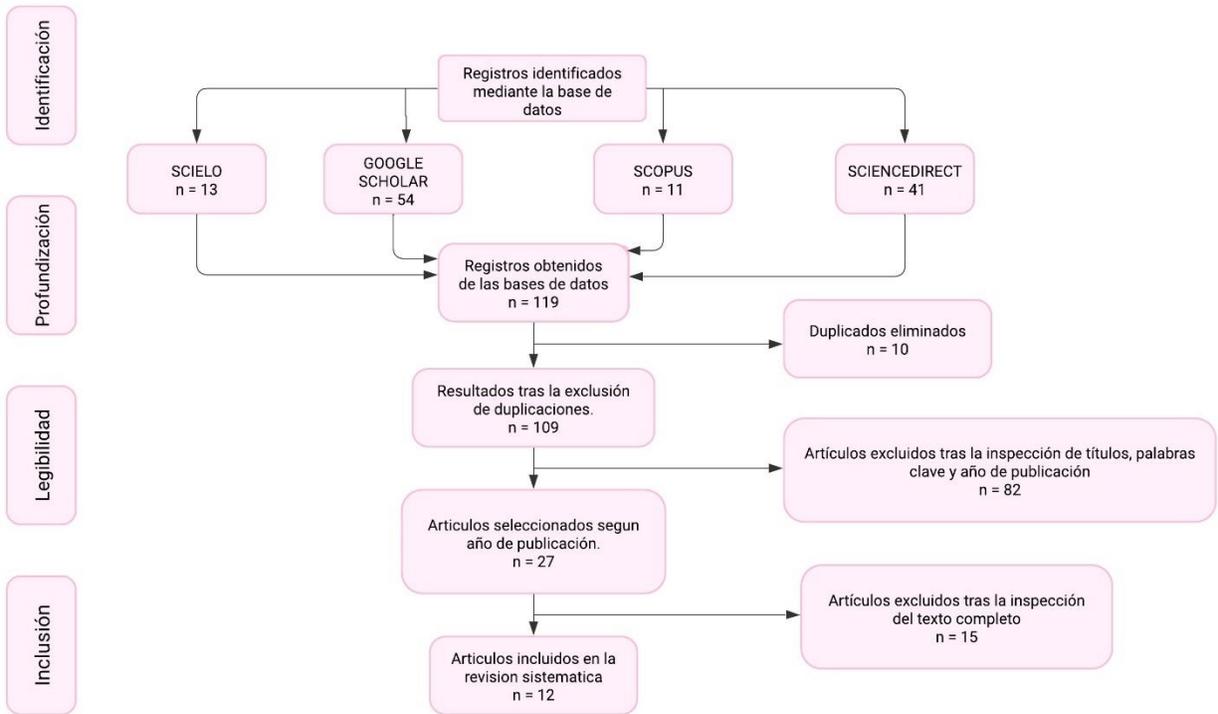
Se llevó a cabo un proceso de selección por etapas (ver Figura 3) donde, en primer lugar, se recopilaron todos los artículos obtenidos de las bases de datos mencionadas (n = 119). En segundo lugar, se revisaron los títulos y se eliminaron los artículos duplicados (n = 109). Posteriormente, se realizó un análisis de los títulos, resúmenes y palabras clave para descartar aquellos que no cumplieran con los criterios de inclusión (n = 27). Finalmente, se procedió a una lectura completa de los textos seleccionados con el objetivo de descartar los estudios que no se alineaban con nuestra temática o no contribuían a responder nuestras preguntas (n = 12).

A continuación, se estructuran las subsecciones que exploran diversos aspectos relacionados con la implementación y el impacto de la metodología BIM en la construcción de viviendas en Colombia. Estas secciones analizan el estado actual de la adopción de BIM en el país, los beneficios que ofrece en proyectos de viviendas, los desafíos enfrentados durante su adopción y el impacto observado en la eficiencia y productividad en la construcción residencial.

Figura 3

Diagrama de flujo resumen del proceso de búsqueda y revisión.

Fuente. Elaboración propia.



En las Tablas 5 y 6 se presenta el resultado de nuestra síntesis de estudios centrados en Colombia que exploran la implementación y análisis de la metodología BIM en contextos de construcción. La mayoría de estos estudios son trabajos de grado y artículos revisados por pares que abordan casos de estudio específicos y análisis detallados de la aplicación de BIM en proyectos reales. Los temas abordados incluyen eficiencia, sostenibilidad, gestión de riesgos, estimación de costos y mejora de procesos. Los enfoques metodológicos utilizados varían e incluyen análisis comparativos, estudios de caso, evaluaciones de sostenibilidad, elaboración de protocolos y revisión documental, entre otros.

Tabla 5
Portafolio de referencias parte 1.

Fuente. Elaboración propia.

| Título | Cita | Cantidad de citas | Año de publicación | Tipo de documento | Caso de estudio |
|---|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| Estado del arte de la implementación de la metodología (BIM) en la infraestructura de Colombia. | (Acero Vaca, 2021) | 3 | 2021 | Trabajo de investigación | Análisis documental de implementación BIM en infraestructura colombiana: avances, beneficios, ventajas, desafíos, conclusiones. |
| Implementación de BIM en infraestructura: la necesidad de abordarlo desde el sector público. | (Alsina Salterén, 2017) | 2 | 2017 | Trabajo de grado | Implementación común de BIM en proyectos, beneficios económicos, rol público clave, hoja de ruta gubernamental. |
| Análisis de comparación con la metodología BIM en proyecto de vivienda multifamiliar en el municipio de Acacias – Meta. | (Amaya Beltran & Sierra Castiblanco, 2021) | 4 | 2021 | Trabajo de grado | Se comparará la eficiencia de la metodología BIM con la tradicional mediante la evaluación de presupuestos y ejecución. |
| Metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción. | (Cortés Escobar, 2022) | 2 | 2022 | Trabajo de grado | Consulta de literatura sobre BIM para educación y adopción en construcción colombiana, identificando obstáculos y recursos. |
| Implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura en Colombia. | (Galvis Lizarazo, 2022) | 2 | 2022 | Trabajo de grado | Implementación global de BIM en construcción; avance en Colombia; centralización de información; mejora de proyectos públicos. |
| Lean and BIM Implementation in Colombia; Interactions and Lessons Learned. | (Gomez Sanchez et al., 2019) | 2 | 2019 | Trabajo de grado | Productividad baja en el sector global de la construcción; Colombia adopta BIM y Lean para eficiencia e innovación. |

Tabla 6
Portafolio de referencias parte 2.

Fuente. Elaboración propia.

| Título | Cita | Cantidad de citas | Año de publicación | Tipo de documento | Caso de estudio |
|--|--|-------------------|--------------------|-------------------|---|
| Elaboración protocolo BIM para inicio de una construcción vertical en Colombia. | (Hernandez, 2021) | 2 | 2021 | Trabajo de grado | Este documento describe el protocolo de inicio de una construcción vertical en Colombia utilizando la metodología BIM. |
| Analysis of the environmental sustainability of buildings using BIM (Building Information Modeling) methodology. | (Jiménez Roberto et al., 2017) | 1 | 2017 | Artículo | El estudio se centra en evaluar la sostenibilidad de una edificación en Colombia mediante BIM, analizando consumo energético y huella de carbono. |
| Análisis de las herramientas BIM como estrategia para minimizar riesgos en proyectos de construcción en Colombia. | (Laguna Parra & Torrente Romero, 2015) | 2 | 2015 | Trabajo de grado | Implementación de BIM en gestión de riesgos en construcción: beneficios y casos de estudio nacionales e internacionales. |
| Evaluación de las herramientas BIM en la estimación de costos de factibilidad para proyectos inmobiliarios en Colombia. | (Muñoz Bolívar, 2018) | 1 | 2018 | Trabajo de grado | Estudio de alta incertidumbre en estimaciones de costos, proponiendo métodos BIM para mejor precisión. |
| Análisis de la Implementación de Metodología BIM en Edificaciones de Baja Complejidad en Colombia, Mediante IDM y Mapas de Procesos. | (Sánchez Moreno et al., 2020) | 2 | 2020 | Artículo | Implementación de BIM en construcción: estudio de caso sobre desafíos y mejoras en procesos. |
| Análisis de la modelación de la información de construcción (BIM) en empresas constructoras de Bogotá. | (Velásquez Rivera & Niño Florez, 2022) | 3 | 2022 | Trabajo de grado | Análisis de la implementación BIM en empresas constructoras de Bogotá: ventajas, desventajas y factores de influencia. |

7.1. Estado actual de la adopción de BIM en la construcción de viviendas en Colombia

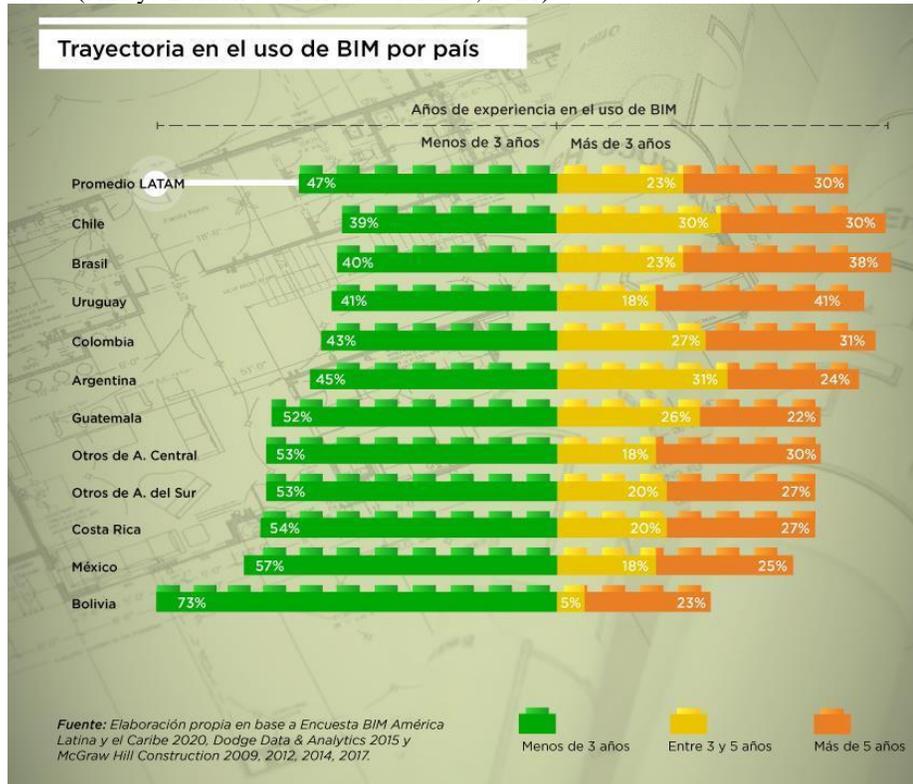
En Colombia, el 85,71% de los proyectos que emplean la metodología BIM se centran en edificaciones e interiores, mientras que solo el 14,29% corresponde a obras de infraestructura e industriales. Además, de las 84 empresas consultadas, el 89,29% utiliza BIM en sus procesos, enfocándose principalmente en diseño y planificación, con menos del 50% implementando en la fase de construcción y menos del 5% en operaciones (Galvis Lizarazo, 2022).

Si lo comparamos con el resto de Latinoamérica podríamos afirmar que Colombia está en el promedio en cuanto a la adopción de la metodología BIM, algunos países vecinos

han avanzado más en la adopción de esta metodología colaborativa como se ilustra en la Figura 4 (Amaya Beltran & Sierra Castiblanco, 2021).

Figura 4
Implementación del BIM en América Latina.

Fuente. (Amaya Beltran & Sierra Castiblanco, 2021).



Muñoz Bolívar (2018) habla sobre cómo el gobierno de Colombia, en conjunto con el sector privado y la academia, están trabajando en un documento de estandarización de procesos para poder vincular más actores a estas metodologías. Este documento se llamará "BIM: Estrategia de adopción en Colombia" y busca promover el uso del BIM en todo el país. Sánchez Moreno et al. (2020) hablan de algunas empresas constructoras que están implementando la metodología, como Amarillo, que tiene una gerencia BIM desde donde se coordinan más de 80 proyectos con la tendencia de "cero papel en obra". También se menciona que se han generado gremios regionales como AsoBIM en Antioquia y que hay una especialización en BIM en la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

7.2. Beneficios de BIM en proyectos de viviendas en Colombia

En un estudio comparativo realizado por Amaya Beltran y Sierra Castiblanco (2021) entre la metodología BIM y la tradicional, encontraron que el uso de BIM puede tener impactos positivos significativos en la planificación, ejecución y costo de proyectos constructivos en general. Y donde entre sus recomendaciones afirman que “el método más seguro para realizar una planeación más eficaz y eficiente, con toda la información más compacta, es el sistema BIM” (Amaya Beltran & Sierra Castiblanco, 2021, p. 75). Para los autores, integra todas las áreas para detectar falencias, organizar actividades y calcular cantidades, facilitando el cálculo de elementos importantes como vigas y columnas. Además, mejora la productividad al proporcionar un modelo único, lo que reduce los imprevistos entre los profesionales involucrados, en contraste con el sistema tradicional.

En el documento elaborado por Sánchez Moreno et al. (2020) se mencionan estudios que encontraron ahorros de hasta el 14% en la utilidad incluyendo los costos de implementación, cuando se contrastan las cantidades y costos de una obra por el método tradicional y el control implementado mediante BIM. Además de esto, se resalta un aumento del 25% en la productividad y una reducción del 2,5% en los costos por obra. Laguna Parra y Torrente Romero (2015) también destacan que uno de los principales beneficios de BIM es la reducción y gestión de riesgos en la construcción. La implementación de BIM también puede resultar en una mejora del 38,5% en la calidad, una reducción del conflicto del 38,5%, un diseño más claro del 61,5%, una reducción de las modificaciones del 23,1% y estimaciones de costos un 30,8% más precisas (Galvis Lizarazo, 2022).

Si la implementación de BIM se realiza de forma eficaz, aumenta la capacidad de construcción, reduce conflictos, gestiona y renueva el mercado de la construcción, facilita el intercambio e interoperabilidad de información en formato digital (Hernandez, 2021).

Gomez Sanchez et al. (2019) infieren que específicamente BIM puede ayudar a mejorar la visualización, simulación y prototipado de los procesos de construcción antes de la implementación y proporciona una mejor coordinación entre las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto. Velásquez Rivera y Niño Florez (2022) coinciden en que algunas constructoras de Bogotá manifestaron beneficios como la mejora de la calidad del

diseño, la reducción de cambios posteriores, mejora de la coordinación y la gestión centralizada de la información.

En el análisis realizado por Jiménez Roberto et al. (2017) BIM puede mejorar la sostenibilidad de los proyectos de construcción al facilitar el análisis de las dimensiones de sostenibilidad, como el costo y el tiempo del proyecto, las operaciones de construcción y el análisis de la comodidad y la iluminación, entre otros. También destacan el desafío de minimizar el impacto ambiental de las actividades de construcción, y BIM puede ayudar a mitigar este impacto al proporcionar una percepción clara, detallada y concisa del proyecto de construcción durante las etapas de planificación y construcción. BIM también puede ayudar a identificar oportunidades para optimizar la eficiencia energética, gestionar los residuos y reducir la huella ambiental del proyecto de construcción (Jiménez Roberto et al., 2017).

7.3. Desafíos al adoptar BIM en construcción de viviendas en Colombia

Amaya Beltran y Sierra Castiblanco (2021) en su estudio mencionan que, aunque proyectos emblemáticos en Bogotá, como la Torre Atrio y la primera línea del Metro, ilustran los beneficios de BIM sobre el método tradicional, su implementación sigue siendo limitada en municipios como Acacias, Meta. Esto se debe a que muchas empresas constructoras, especialmente las de menor tamaño, continúan prefiriendo el método tradicional por su percepción de confiabilidad, mientras que la falta de conocimiento y recursos también obstaculiza su adopción generalizada en el sector de la vivienda.

Dentro de las dificultades principales expuestas por Laguna Parra y Torrente Romero (2015) se encuentran que las compañías colombianas tienen problemas para compartir información técnica, lo que se considera un riesgo para el que la suministra y requiere una inversión de tiempo y dinero en gestión tecnológica. En este estudio también hacen énfasis en que hay que aprender a diseñar manipulando objetos en vez de dibujarlos, lo que representa un cambio significativo en los procesos de diseño para algunos profesionales, a pesar de que existe la dificultad de personalizar el estilo y la sustitución de hardware obsoleto que podría servir para dibujar, pero no para trabajar con aplicaciones BIM.

El problema más mencionado en los diferentes estudios analizados fue sin duda la falta de educación BIM en el país. La estrategia nacional propone cuatro puntos importantes para ser motivo de estudio: (1) fortalecer la relación entre la etapa de diseño y la de construcción, (2) considerar la naturaleza de la transición BIM y el impacto que el hacerse por decreto pueda tener en licitaciones públicas, (3) generar una propuesta de evaluación de costos y (4) discutir el alcance de la metodología en cuanto a la parte gráfica y el nivel de detalle (Cortés Escobar, 2022). Muñoz Bolívar (2018) coincide en que un obstáculo frecuente es la capacitación del personal y que uno de los principales objetivos de la estandarización de procesos es lograr un marco normativo general de contratación que tendrá como soporte la definición de un lenguaje común entre todos los profesionales involucrados en el proyecto.

En la misma línea encontramos autores como Jiménez Roberto et al. (2017) que critican la falta de habilidades técnicas en el personal, la resistencia al cambio por parte de algunos actores de la cadena de valor, y la necesidad de una mayor integración de la cadena de suministro.

La falta de educación BIM en el país es un problema central que necesita ser abordado mediante estrategias nacionales que promuevan la capacitación del personal, lo que sin duda contribuirá a mejorar la eficiencia y calidad de la construcción de viviendas en Colombia.

7.4. Impacto de BIM en eficiencia y productividad en construcción de viviendas en Colombia

En el trabajo de investigación presentado por Acero Vaca (2021) donde se hace un análisis del estado del arte de la implementación de BIM, podemos sintetizar que la autora postula que en Colombia hay un creciente interés en la metodología BIM para mejorar la eficiencia en proyectos de construcción, respaldado por diversas entidades. También afirma que la implementación de BIM es crucial para optimizar la gestión de información y costos en infraestructuras complejas, con el objetivo de que todos los proyectos públicos se ejecuten con esta metodología para el 2026. Sin embargo, se enfrentan retos en capacitación para profesionales y empresas. Acero Vaca recomienda un compromiso total de todas las partes involucradas, programas de aprendizaje continuo, y mantener actualizados los

modelos BIM en tiempo real durante la ejecución del proyecto. Así mismo, sugiere la digitalización de productos para facilitar la creación de bibliotecas BIM. En un mundo cambiante, el uso de herramientas digitales como BIM es esencial, y Colombia debe aprovechar las herramientas y guías disponibles para mejorar la gestión de proyectos de construcción.

Por otro lado, Alsina Saltarén (2017) en su enfoque hacia el sector público menciona que la implementación de BIM debe nacer desde la manera de presentar y adjudicar los contratos. Menciona que el gobierno debe integrar BIM al modelo de contratación, ya que este aumenta el control y la disponibilidad de información, exigiendo a los contratistas a presentar ofertas más realistas. BIM permite tener una conceptualización del proyecto mucho más completa y con información veraz desde tempranas etapas, forzando a los ofertantes a hacer propuestas que maximicen el valor del proyecto y evitando cambios de condiciones cuando el proyecto ya está en marcha. De esta manera, la adjudicación no se limitará a la oferta más baja, sino que también contemplará la capacidad y la eficiencia de los contratistas. En resumen, el sector público debe implementar BIM como forma de aumentar su control y disponibilidad de información y mejorar la eficiencia y eficacia de los proyectos.

8. Conclusiones

Se analizaron cuatro ideas clave basadas en la relevancia para abordar cómo BIM impacta la construcción en Colombia: valor, eficiencia, desafíos de adopción y necesidad de compromiso y actualización.

Creación de Valor y Mejora de la Eficiencia: La implementación de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia ha demostrado ser una estrategia efectiva para crear valor y mejorar la eficiencia en los proyectos. Se ha observado una reducción significativa en los plazos de construcción, así como un aumento en la productividad y una disminución en los costos por obra. Estos beneficios se traducen en una optimización general de los recursos y una mejora en la calidad de los proyectos.

Desafíos en la Adopción de BIM: A pesar de los beneficios evidentes, las empresas colombianas enfrentan desafíos significativos al adoptar la metodología BIM en la construcción de viviendas. Estos desafíos incluyen la necesidad de capacitación para el personal, la inversión en equipos y tecnología adecuados, la falta de estandarización y la resistencia al cambio en la cultura empresarial. Además, la fragmentación del campo y las relaciones adversas entre socios también representan obstáculos para una implementación efectiva.

Impacto Positivo en la Eficiencia y Productividad: La tecnología BIM ha tenido un impacto positivo en la eficiencia y la productividad en la construcción de viviendas en Colombia. Facilita la coordinación entre los diferentes actores del proyecto, lo que reduce conflictos y errores durante la construcción. Además, permite una mejor planificación y diseño, previniendo cambios costosos durante la ejecución. La visualización y simulación de procesos antes de la implementación también contribuyen a una gestión más eficaz de los recursos.

Necesidad de Compromiso y Actualización Constante: Para aprovechar al máximo el potencial de la tecnología BIM en la construcción de viviendas en Colombia, es crucial un compromiso total de todas las partes involucradas. Además, se requiere un programa de capacitación continua para profesionales y empresas, así como la actualización constante de los modelos BIM durante la ejecución del proyecto. Esto garantizará una implementación exitosa y una maximización de los beneficios ofrecidos por esta tecnología.

9. Recomendaciones

Destacamos dos recomendaciones clave para optimizar la implementación de BIM en Colombia: inversión en capacitación y tecnología, y fomento de la colaboración y estándares.

Las Inversión en Capacitación y Tecnología: Las empresas colombianas deben invertir en programas de capacitación para su personal y en la adquisición de equipos y tecnología adecuados para la implementación efectiva de BIM. Esto incluye la formación en el uso de software BIM y la actualización de equipos informáticos para soportar la creación y gestión de modelos BIM de manera eficiente.

Fomentar la Colaboración y Estándares: Es importante fomentar la colaboración entre los diferentes actores del sector de la construcción en Colombia para promover la estandarización en la implementación de BIM. Esto incluye establecer estándares y protocolos para el intercambio de información, así como promover una cultura de colaboración y apertura hacia la adopción de nuevas tecnologías. Además, las entidades gubernamentales pueden desempeñar un papel crucial en la promoción de políticas y normativas que impulsen la adopción generalizada de BIM en la construcción de viviendas.

Referencias

- Acero Vaca, A. V. (2021). Estado del arte de la metodología BIM en la infraestructura de Colombia. <http://hdl.handle.net/11349/28736>
- Alsina Saltarén, S. (2017). Implementación de BIM en infraestructura: la necesidad de abordarlo desde el sector público. <http://hdl.handle.net/1992/34888>
- Amaya Beltran, M., & Sierra Castiblanco, J. A. (2021). Análisis de comparación con la metodología BIM en proyecto de vivienda multifamiliar en el municipio de Acacias – Meta. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/944
- Cheng, J. C., & Lu, Q. (2015). A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*.
- Construdata. (2023). Colombia es líder en implementación de la metodología BIM: <https://construdata.com/noticias/colombia-es-lider-en-implementacion-de-la-metodologia-bim-3934>
- Cortés Escobar, G. A. (2022). Metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/47490>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.
- Flórez, G. E. (2018). *El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM*. Retrieved febrero 22, 2024, from Diario El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologiabim-259706>.
- Galvis Lizarazo, E. S. (2022). Implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura en Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12251/1654>
- Gomez Sanchez, J. M., Ponz Tienda, J. L., & Romero Cortés, J. P. (2019). Lean and BIM Implementation in Colombia; Interactions and Lessons Learned. *Proceedings 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, (pp. 1117-1128). <http://hdl.handle.net/20.500.12251/1654>
- Hernandez, Y. L. (2021). Elaboración protocolo BIM para inicio de una construcción vertical en Colombia. <http://hdl.handle.net/10654/38918>
- Jiménez Roberto, Y., Sarmiento, J. S., Gómez Cabrera, A., & Leal Del Castillo, G. (2017). Analysis of the environmental sustainability of buildings using BIM (Building Information

Modeling) methodology. *Ingeniería y competitividad: revista científica y tecnológica*.
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S012330332017000100241
&lng=e&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S012330332017000100241&lng=e&nrm=iso&tlng=es)

Laguna Parra, E. M., & Torrente Romero, B. M. (2015). Análisis de las herramientas BIM como estrategia para minimizar riesgos en proyectos de construcción en Colombia.
https://www.researchgate.net/publication/317690114_ANALISIS_DE_LAS_HERRAMIENTAS_BIM_COMO ESTRATEGIA_PARA_MINIMIZAR_RIESGOS_EN_PROYECTOS_DE_CONSTRUCCION_EN_COLOMBIA

Muñoz Bolívar, S. A. (2018). Evaluación de las herramientas BIM en la estimación de costos de factibilidad para proyectos inmobiliarios en Colombia. <http://hdl.handle.net/1992/34888>

Sánchez Moreno, F., Higuera, J. F., Ramírez López, A. D., Nope Bernal, Y. A., & Soto Muñoz, J. O. (2020). Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. *Revista Boletín Redipe*, 165-191. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1122/1020>

Velásquez Rivera, K. S., & Niño Florez, J. N. (2022). Análisis de la modelación de la información de construcción (BIM) en empresas constructoras de Bogotá.
<http://hdl.handle.net/10654/44063>

Anexos

Anexo 1. Enlace al repositorio de documentos:

https://github.com/tiago1410/Repositorio_Articulos