

Análisis del estado de la implementación BIM en proyectos públicos de construcción en
Colombia para el año 2024

Ricardo Adriam Martínez Ortiz

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

M.Sc. Homer Armando Buelvas Moya

Profesor cátedra, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander

Codirector

Ing. Jeysson Camilo Pinzón Castillo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Programa académico

2024

Dedicatoria

A mis padres, quienes han sido mi pilar y guía en cada paso de este camino. Su amor incondicional, apoyo constante y palabras de aliento me han dado la fuerza para superar los desafíos que encontré en el proceso. Sin su respaldo y sacrificio, este proyecto no habría sido posible. Gracias por creer en mí y por enseñarme la importancia de la perseverancia y el compromiso. Este logro es tanto mío como suyo.

A mi hermana, Ari Catalina Martínez Ortiz, cuyo conocimiento y pasión por la arquitectura enriquecieron profundamente esta investigación. Su apoyo y sus valiosas contribuciones desde el campo de la construcción fueron una inspiración y un recurso invaluable. Gracias, Ari, por estar siempre dispuesta a ayudarme, a brindarme tu perspectiva y a compartir tus ideas. Este proyecto se vio fortalecido por tu experiencia y profesionalismo.

A Luz Ángela Rueda Ardila, no solo por sus conocimientos, sino sobre todo por su presencia incondicional y apoyo en cada paso del camino. Su comprensión y amor fueron una fuente de fortaleza y motivación, brindándome el ánimo y la confianza necesarios en los momentos en que más lo necesitaba. Gracias, Luz Ángela, por ser un apoyo esencial y un ejemplo de cariño y empatía.

A mis amigos y demás familiares, quienes compartieron conmigo no solo los momentos de celebración, sino también aquellos de esfuerzo y desafío.

Ricardo Adriam Martínez Ortiz

Agradecimientos

A mi director, Homer Armando Buelvas Moya, y a mi codirector, Jeysson Camilo Pinzón, por su orientación y compromiso en momentos clave de esta investigación. Su respaldo académico contribuyó al desarrollo de este trabajo, y siempre les estaré agradecido por su guía.

Ricardo Adriam Martínez Ortiz

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Objetivos	12
1.1. Objetivo General	12
1.2. Objetivos específicos	12
2. Marco de referencia	13
2.1. Marco Conceptual	13
2.2. Marco legal	14
2.2.1. Estrategia Nacional BIM.....	14
2.2.2. Hoja de ruta BIM	15
2.2.3. Objetivos Nacionales BIM a 2024	16
3. Desarrollo de investigación.....	17
3.1. Proceso de revisión de la Implementación BIM a nivel nacional e internacional	17
3.1.1. Definir los responsables del proceso.....	17
3.1.2. Realizar un diagnóstico general.	18
3.1.3. Consultar documentos técnicos.....	20
3.2. Revisión bibliográfica de la implementación BIM Nacional.	20
3.2.1. Criterios de Selección Basados en Códigos UNSPSC:.....	21
3.2.2. Procedimiento de Búsqueda y Selección en SECOP II	23
3.2.2.1. Acceso y Configuración de Búsqueda en SECOP II:	23

3.2.2.2. Identificación de Proyectos con Documentación Disponible:	23
3.2.3. Búsqueda en bases de datos complementarias:.....	23
3.3. Identificación de Documentación BIM en los Proyectos Seleccionados.....	24
3.3.1. Revisión de Documentos BIM:.....	24
3.3.2. Categorización y Clasificación de Documentos:	24
3.4. Evaluación de la Implementación BIM	25
3.5. Documentación y Análisis de Resultados.....	25
3.6. Búsqueda en SECOP II:.....	26
3.7. Identificación de los componentes principales de los proyectos de construcción con implementación BIM en 2024.	32
3.7.1. Selección de documentos relevantes.....	32
3.7.2. Planificación y Estrategia	33
3.7.3. Gestión de la Información.....	34
3.7.4. Capacidades y Formación	34
3.7.5. Tecnología e Infraestructura	35
3.7.6. Medición y Seguimiento	36
3.7.7. Sistema de Calificación en Porcentajes	36
3.8. Comparación de la revisión de proyectos BIM con los componentes principales y dimensiones BIM.....	37
4. Conclusiones	45
5. Recomendaciones	46
Referencias.....	49

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Lista de códigos UNSPSC.....	22
Tabla 2. Lista de entidades de Orden Nacional	28
Tabla 3. Lista de palabras clave.....	31
Tabla 4. Proyectos para evaluar	32
Tabla 5. Proyectos sin documentos	38
Tabla 6. Proyectos y su puntuación	41

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Resumen de resultados en POWER BI	39
Figura 2. BIM vs Tradicional.....	40
Figura 3. Puntuación esperada vs real, por ítem.....	45

Glosario

BIM (Building Information Modeling): Metodología colaborativa para la creación y gestión de información en proyectos de construcción, mediante modelos digitales tridimensionales que incluyen datos detallados de cada componente del proyecto (Ashworth, 2021).

Modelo BIM: Representación digital tridimensional de una edificación o infraestructura, que contiene información sobre sus características y permite su análisis a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Matarneh et al., 2019).

Plan de Ejecución BIM (BEP): Documento que establece directrices, procedimientos y objetivos específicos para la implementación de BIM en un proyecto, facilitando la colaboración y el cumplimiento de estándares (Camacol, 2024).

EIR (Employer's Information Requirements): Requisitos de información definidos por el cliente para asegurar que los entregables BIM cumplan con las necesidades específicas del proyecto (Building & Management, 2024).

ISO 19650: Norma internacional que establece principios y directrices para la gestión de la información en proyectos BIM, promoviendo la eficiencia y consistencia en el uso de datos (Camacol, 2024).

Camacol: Cámara Colombiana de la Construcción que impulsa la adopción de BIM en Colombia mediante estándares y guías para mejorar la productividad y sostenibilidad en el sector (Camacol, 2024).

Dimensiones BIM: Niveles de aplicación (Documento (sin pasar)) abarcan desde el modelado tridimensional (3D) hasta el análisis de tiempos (4D), costos (5D) y sostenibilidad (6D) (González Villamil & Lesmes Fabian, 2017).

Resumen

Título: Análisis del estado de la implementación BIM en proyectos públicos de construcción en Colombia para el año 2024 *

Autor: Ricardo Adriam Martínez Ortiz **

Palabras Clave: BIM (Building Information Modeling), Implementación, Proyectos de construcción, Colombia, Implementación.

Este trabajo de investigación evalúa el estado de la implementación del Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción públicos de orden nacional en Colombia durante el año 2024 consultados en el SECOP II, el portal de auditores ciudadanos y el portal INVIAS. Se analiza el grado de adopción de BIM en proyectos de orden nacional mediante una metodología de evaluación basada en criterios establecidos por el BIM KIT de Camacol para la implementación BIM en proyectos. Los resultados muestran un escaso progreso en la aceptación de esta tecnología, pero también destacan barreras como la falta de capacitación y recursos económicos en proyectos actuales donde el uso BIM se limita a la retroalimentación básica del proyecto y al modelado en fase de diseño. Se sugieren estrategias para fomentar la adopción generalizada de BIM en proyectos de ejecución pública y privada, que incluyen incentivos gubernamentales como puntajes adicionales en la selección de proponentes y programas de formación especializada donde se generen solicitudes posteriores de perfiles BIM específicos.

*Trabajo de grado

**Facultad de ingenierías Fiscomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Programa académico.
Director: Homer Armando Buelvas Moya. M.Sc.

Abstract

This research paper evaluates the state of Building Information Modeling (BIM) implementation in national public construction projects in Colombia during the year 2024. The degree of BIM adoption in national projects is analyzed using an evaluation methodology based on criteria established by Camacol's BIM KIT for BIM implementation in projects. The results show limited progress in the acceptance of this technology but also highlight barriers such as the lack of training and financial resources in current projects, where BIM use is limited to basic project feedback and modeling during the design phase. Strategies are suggested to promote widespread adoption of BIM in public and private projects, including government incentives such as additional points in bidder selection and specialized training programs that generate subsequent demand for specific BIM profiles.

*Degree work

**Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Academic program.
Director: Homer Armando Buelvas Moya. M.Sc.

Introducción

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología que ha revolucionado la industria de la construcción, promoviendo una mayor eficiencia en el diseño, ejecución y operación de los proyectos. La implementación de las tecnologías asociadas a la metodología del Modelado de Información de Construcción (en inglés Building Information Modelling, BIM) en Colombia es fundamental en la construcción, con implicaciones significativas en la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de los proyectos. El potencial de BIM en Colombia representa una oportunidad única para transformar los procesos mediante tecnologías innovadoras, y su adopción se ha convertido en una prioridad a nivel nacional, impulsada tanto por la necesidad de modernizar la infraestructura como por programas gubernamentales como es la Estrategia Nacional BIM impulsada por Cámara de construcción Colombiana CAMACOL. Este trabajo se enfoca en revisar y análisis los procesos de contratación activos durante el primer semestre de 2024 con el fin de establecer el estado actual de la implementación de BIM en proyectos de orden nacional durante el año 2024, identificando los avances y desafíos a través de una revisión sistemática de los documentos de los proyectos seleccionados. Los hallazgos de esta investigación ofrecen una visión clara del nivel de integración de BIM en el sector de la construcción pública y sirven de base para futuras estrategias de implementación. (Transformación Digital Camacol, 2024)

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Analizar el estado de la implementación BIM en proyectos públicos de construcción en Colombia para el año 2024, conforme a las directrices establecidas por el gobierno nacional, mediante una revisión de bases de datos e información pública.

1.2. Objetivos específicos

Realizar una revisión bibliográfica de la implementación BIM a nivel internacional y nacional hasta el primer semestre del año 2024 de acuerdo con revisión bibliográfica disponible.

Identificar los componentes principales de los proyectos en construcción que según la estrategia nacional de implementación BIM deben estar establecidos hasta el 31 de diciembre de 2023 y en ejecución durante la primera mitad del año 2024 con información disponibles en los portales de contratación estatal.

Establecer una comparación de la implementación según las dimensiones BIM de los proyectos de construcción investigados y que hasta la primera mitad del año 2024 tengan componentes acordes a la estrategia nacional BIM Colombia con información disponibles en los portales de contratación estatal.

2. Marco de referencia

2.1. Marco Conceptual

BIM: Building Information Modeling es una metodología colaborativa para la creación y gestión de proyectos de construcción. Busca centralizar toda la información del proyecto en un modelo digital creado por todos los involucrados. (BIM En Español, n.d.)

Modelo BIM: Representación digital y tridimensional de un edificio o infraestructura que contiene información detallada sobre sus componentes y características (BIM En Español, n.d.).

Plantilla BIM: Conjunto de estándares y directrices que definen la estructura, el formato y la información requerida en un modelo BIM (BIM En Español, n.d.).

Estándares BIM: Conjunto de reglas, normas y prácticas aceptadas internacionalmente para la creación, gestión y entrega de modelos BIM (BIM En Español, n.d.).

Coordinación BIM: Proceso de integración y revisión de modelos BIM para garantizar la coherencia y la precisión durante todas las etapas del proyecto (BIM En Español, n.d.).

Promotor: Es el líder técnico del proceso, encargado de guiar la transformación dentro de la organización. Debe poseer habilidades tecnológicas, capacidad de auto-aprendizaje y un enfoque hacia la investigación y prueba de soluciones. Este rol también implica estructurar estándares y posiblemente actuar como capacitador interno.

Patrocinador: Es quien gestiona el cambio empresarial desde un nivel estratégico. Aunque no necesita dominar los detalles técnicos, debe tener la capacidad de influir en la alta dirección, asignar presupuesto, y tomar decisiones clave. Es vital que este rol esté convencido del potencial del BIM y sea capaz de defender la implementación a nivel gerencial.

2.2. Marco legal

2.2.1. Estrategia Nacional BIM

La Estrategia Nacional BIM en Colombia es un plan detallado de implementación gradual a lo largo de 7 años, comenzando en 2020 y culminando en 2026, con el objetivo de digitalizar y capacitar al sector de la construcción y las operaciones en el país. Inicialmente, se enfoca en el sector público como motor principal para la adopción de la metodología BIM, con miras a estimular la demanda y facilitar la capacitación progresiva de todos los actores de la cadena de suministro. Este plan incluye la creación de un marco colaborativo que establece estándares, guías y plantillas para la implementación práctica de BIM. (Estrategia Nacional BIM, 2017).

2.2.2. Hoja de ruta BIM

La Hoja de Ruta de Implementación BIM es una guía práctica diseñada para ayudar a empresas del sector de la construcción a implementar la metodología BIM (Building Information Modeling). Esta propuesta se basa en la experiencia de empresas del BFC y en talleres empresariales públicos, con el fin de recopilar y compartir buenas prácticas de implementación.

El documento está dirigido a empresas y líderes BIM que están comenzando a adoptar esta metodología y buscan estructurar o mejorar su proceso de implementación. Aunque ofrece recomendaciones valiosas, no se trata de una norma estricta, sino de una referencia flexible para guiar el proceso.

La hoja de ruta se organiza en cinco etapas basadas en la metodología del PMI, que se dividen en pasos específicos acompañados de advertencias y recomendaciones. Estas etapas son (08 - Hoja De Ruta Para La Implementación BIM, n.d.)

Inicio: Preparación inicial, que incluye definir responsables, consultar documentos y realizar un diagnóstico.

Planeación: Definición del plan de implementación, estableciendo objetivos, alcance y responsabilidades.

Ejecución: Implementación de las acciones planificadas, involucrando cambios en infraestructura, procedimientos y proyectos piloto.

Medición y seguimiento: Monitoreo de la eficacia del proceso, identificando oportunidades de mejora y promoviendo la participación.

Retroalimentación: Evaluación de los resultados y mejora continua del proceso, sugiriendo ajustes en la estrategia.

2.2.3. Objetivos Nacionales BIM a 2024

La implementación BIM en proyectos públicos de construcción en Colombia se ha proyectado para un mandato nacional en el año 2026, para ello, el gobierno nacional ha establecido que debe existir una implementación gradual en todo el territorio colombiano. Los objetivos para el mandato nacional son 3:

Consistencia: Consistencia en todas las áreas de los proyectos a través de un marco BIM colaborativo.

Eficiencia: Eficiencia para lograr un 10% mínimo de ahorro en costos en proyectos de construcción e infraestructura pública.

Eficacia: Eficacia para el manejo de la información de manera digital a través de un entorno común de datos.

Para el año 2024 la implementación BIM en proyectos públicos de construcción debe estar entre un 60% y un 75%. Para el 2026, se prevé establecer una estrategia para permear los conocimientos y requerimientos también a niveles regionales. (Estrategia Nacional BIM, 2017)

3. Desarrollo de investigación

3.1. Proceso de revisión de la Implementación BIM a nivel nacional e internacional

3.1.1. Definir los responsables del proceso

En la fase inicial de la implementación BIM, es crucial definir dos roles clave: el promotor y el patrocinador. Ambos roles requieren habilidades de comunicación, toma de decisiones acertadas, capacidad estratégica, y persuasión para garantizar el éxito de la implementación.

La implementación de BIM en empresas suele comenzar en áreas clave dependiendo del tipo de compañía:

Constructor: Áreas de coordinación técnica, presupuestos y, en menor medida, en I+D+I.

Diseñador/Consultor: Equipos de diseño lideran la implementación.

Proveedor: Áreas de mercadeo para promover productos, evitando desconexión con el equipo comercial. El patrocinador suele ser un miembro de la alta gerencia. Aunque puede iniciarse

en un departamento específico, es esencial que la implementación siga una estrategia general para evitar que se convierta en una iniciativa aislada. (08 - Hoja De Ruta Para La Implementación BIM, n.d.)

Lo anterior nos permite dividir a los proyectos investigados mediante el uso de BIM en proyectos de construcción y consultoría.

3.1.2. Realizar un diagnóstico general.

Para realizar un diagnóstico efectivo en la implementación de BIM en una organización es importante evaluar el ciclo de vida del proyecto para establecer las posibilidades de implementación BIM, se deben seguir varios pasos clave:

A. Identificación del Core del Negocio y Objetivos Estratégicos: Entender los procesos internos y objetivos de la empresa a través de entrevistas con directivos y líderes de cada área, asegurando que la implementación de BIM se integre sin generar resistencia. En esta investigación se encontró que los objetivos estratégicos de la mayoría de proyectos no están alineados a un marco BIM.

B. Evaluación de Capacidades de los Equipos de Trabajo: Analizar las habilidades duras (técnicas) y blandas (como liderazgo y comunicación) del personal, para diseñar un plan de capacitación adecuado y evitar sobre capacitar. En esta investigación se encontró que no existen

criterios, dentro de la selección de personal para un proyecto, que involucren las habilidades del equipo de trabajo en un marco BIM, para la selección de los aspirantes.

C. Mapeo de Procesos Internos: Identificar roles, responsabilidades y flujos de trabajo actuales, desarrollando un plan para integrar estos con los nuevos procesos BIM. En esta investigación se encontró que los roles para los procesos constructivos se encuentran bien definidos dentro de las organizaciones, pero no se halla evidencia en la mayoría de ellas, de que se relacionen con roles BIM.

D. Diagnóstico de Infraestructura Tecnológica: Evaluar el estado actual de software, hardware e infraestructura de red, desarrollando un plan de actualización tecnológica para soportar la implementación de BIM. En esta investigación se encontró que la mayoría de casos de proyectos con software apropiado para la implementación se centran en el modelado 3d.

La revisión bibliográfica se enfocó a palabras clave relacionadas con el proyecto, sin embargo, más adelante se muestra una relación del proyecto ubicado y caracterizado en el ciclo de vida del proyecto.

Este diagnóstico proporciona la base para estructurar un proyecto de implementación BIM alineado con las necesidades y capacidades de la organización.

3.1.3. Consultar documentos técnicos.

Para implementar BIM en Colombia se debe generar una guía documental y de procedimientos mediante las recomendaciones del BIM Forum Colombia, Plan BIM Chile, ISO 19650, y guías internacionales como las de Penn State y BuildingSMART. Estos recursos ofrecen normas, estándares y metodologías de gestión del cambio, como los modelos de Lewin y Kotter, para facilitar la integración de BIM en la empresa. También es esencial evaluar las tecnologías disponibles para seleccionar el software y hardware más adecuados para la implementación.

3.2. Revisión bibliográfica de la implementación BIM Nacional.

La evaluación del estado de implementación BIM en un proyecto, en comparación con las directrices establecidas por el gobierno nacional de Colombia (BIM KIT), la Hoja de Ruta BIM, y las directrices de CAMACOL y BIM Forum Colombia, se desarrollará a través de un enfoque estructurado. Este enfoque permitirá cuantificar el nivel de alineación del proyecto con los estándares nacionales mediante una calificación basada en porcentajes, donde un 100% representa una implementación completa.

La selección de proyectos para evaluar la implementación BIM se realizará a través de la plataforma SECOP II, utilizando un enfoque basado en códigos UNSPSC específicos, además se tendrán en cuenta las búsquedas en otras bases de datos nacionales. Esta metodología asegura la identificación de proyectos relevantes que cuentan con documentación BIM adecuada para su análisis, permitiendo una evaluación exhaustiva y alineada con los estándares nacionales.

3.2.1. Criterios de Selección Basados en Códigos UNSPSC:

Para filtrar los proyectos de interés en SECOP II, se utilizarán los siguientes códigos UNSPSC:

Tabla 1.

Lista de códigos UNSPSC.

72101500 - Servicios de apoyo para la construcción
72103300 - Servicios de mantenimiento y reparación de infraestructura
72111000 - Servicios de construcción de unidades unifamiliares
72111100 - Servicios de construcción de unidades multifamiliares
72121000 - Servicios de construcción de edificios industriales y bodegas nuevas
72121100 - Servicios de construcción de edificios comerciales y de oficina
72121200 - Servicios de construcción de edificios agrícolas
72121300 - Servicios de construcción de talleres automotrices y estaciones de servicio
72121400 - Servicios de construcción de edificios públicos especializados
72121500 - Servicios de construcción de plantas industriales
72141000 - Servicios de construcción de autopistas y carreteras
72141100 - Servicios de construcción y revestimiento y pavimentación de infraestructura
72141200 - Servicios de construcción marina
72141300 - Servicios de construcción de facilidades atléticas y recreativas

72141400 - Servicios de construcción y reparación de facilidades de detención

72141500 - Servicios de preparación de tierras

72141600 - Servicios de construcción de sistemas de tránsito masivo

80101600 - Gerencia de proyectos

81101500 - Ingeniería civil y arquitectura

95121500 - Edificios y estructuras comerciales y de entretenimiento

95121600 - Edificios y estructuras de transporte

95121700 - Edificios y estructuras públicos

95121800 - Edificios y estructuras utilitarios

95121900 - Edificios y estructuras educacionales y de administración

95122000 - Edificios y estructuras hospitalarias

95122100 - Edificios y estructuras de acomodaciones

95122200 - Edificios y estructuras de salud y deportivas

95122300 - Edificios y estructuras industriales

95122400 - Edificios y estructuras agrícolas y de cultivos y pesca

95122500 - Edificios y estructuras religiosas

95122600 - Edificios y estructuras de defensa

95122700 - Edificios y estructuras de defensa

95111500 - Vías

95111600 - Carreteras y vías urbanas

3.2.2. Procedimiento de Búsqueda y Selección en SECOP II

El proceso de selección de proyectos se llevará a cabo de la siguiente manera:

3.2.2.1. Acceso y Configuración de Búsqueda en SECOP II:

Ingresar a la plataforma SECOP II y seleccionar la opción de búsqueda avanzada.

Aplicar los filtros con los códigos UNSPSC mencionados, para obtener proyectos relacionados con construcción, mantenimiento, y estructuras.

3.2.2.2. Identificación de Proyectos con Documentación Disponible:

Filtrar los resultados para mostrar únicamente aquellos proyectos que tienen documentación subida en la plataforma.

Revisar los proyectos seleccionados para asegurar que pertenezcan a las categorías de interés y que cuenten con una cantidad suficiente de documentación para su evaluación.

3.2.3. Búsqueda en bases de datos complementarias:

Para la búsqueda en bases de datos complementarias se hará uso de las siguientes plataformas:

Invias

Audidores ciudadanos

DNP

Portal de transparencia económica

3.3. Identificación de Documentación BIM en los Proyectos Seleccionados.

Una vez identificados los proyectos relevantes, se procederá a la búsqueda y análisis de la documentación BIM disponible:

3.3.1. Revisión de Documentos BIM:

Examinar la documentación subida en los proyectos seleccionados, buscando específicamente archivos relacionados con la implementación BIM, tales como:

Planes de Ejecución BIM (BEP).

Requisitos de Información del Cliente (EIR).

Modelos BIM en formato IFC u otros.

Manuales y guías de procedimientos BIM.

Informes de coordinación y colisiones.

3.3.2. Categorización y Clasificación de Documentos:

Clasificar los documentos encontrados según su relevancia para la evaluación.

Determinar si los documentos son suficientes y adecuados para realizar una evaluación completa de la implementación BIM en el proyecto.

3.4. Evaluación de la Implementación BIM

Con los proyectos seleccionados y la documentación BIM identificada, se procederá a la evaluación utilizando la metodología previamente establecida en el documento:

Aplicación de Criterios de Evaluación BIM:

Evaluar cada proyecto basado en los criterios establecidos, que incluyen planificación y estrategia, gestión de la información, capacidades y formación, tecnología e infraestructura, y medición y seguimiento.

Asignación de Calificación:

Asignar una calificación porcentual a cada proyecto, reflejando su nivel de alineación con los estándares nacionales y la calidad de la implementación BIM.

3.5. Documentación y Análisis de Resultados

Finalmente, los resultados de la evaluación se documentarán y analizarán de la siguiente manera:

Registro de Proyectos Evaluados:

Elaborar un registro detallado de los proyectos evaluados, incluyendo los documentos BIM revisados y las calificaciones obtenidas.

Análisis Comparativo:

Realizar un análisis comparativo entre los proyectos evaluados, identificando patrones, tendencias, y áreas comunes de mejora.

Recomendaciones:

Ofrecer recomendaciones basadas en los resultados obtenidos, con el fin de mejorar la implementación BIM en futuros proyectos públicos en Colombia.

3.6. Búsqueda en SECOP II:

Se inicia el proceso de búsqueda de proyectos en la plataforma del SECOP II y para asegurar que se encuentren solo proyectos de orden nacional. La búsqueda que se va a realizar está basada en filtros de palabras o frases clave, por lo que se procede a poner un filtro de entidad contratante que contenga a todas las entidades de orden nacional posibles y relevantes para la investigación, el listado de estas entidades es el mostrado en la tabla 2. Se estipula también un rango de publicación del proyecto que abarca desde julio de 2023 hasta septiembre de 2024 y los procesos que se encuentran adjudicados o en una fase mayor de desarrollo.

Ecuación de búsqueda = Código UNSPSC + Entidad contratante + Fecha de publicación + Estado del proceso

Tabla 2.

Lista de entidades de Orden Nacional

Presidencia
DAPRE
Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Ministerio de Defensa Nacional
Ministerio de Relaciones Exteriores
Ministerio de Salud y Protección Social
Ministerio de Educación Nacional
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministerio de Transporte
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ministerio de Minas y Energía
Ministerio de Cultura

Ministerio de Trabajo

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

Ministerio del Interior

Ministerio de Justicia y del Derecho

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Ministerio del Deporte

Ministerio de Igualdad y Equidad

Departamento Nacional de Planeación

Agencia Nacional de Hidrocarburos

Agencia Nacional de Infraestructura

Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia

Unidad de Víctimas

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Instituto Nacional de Vías

Departamento Administrativo Nacional de Estadística

Agencia Nacional de Minería

Agencia Nacional de Tierras

Contraloría General de la República

Procuraduría General de la Nación

Fiscalía General de la Nación

Servicio Nacional de Aprendizaje

Fondo Nacional del Ahorro

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

Superintendencia de Sociedades

Superintendencia de Industria y Comercio

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar

Fondo de Programas Sociales

Defensoría del Pueblo

Agencia del Inspector General de Tributos, Rentas y Contribuciones Parafiscales

Unidad de Planificación de Tierras Rurales, adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios

Parques Nacionales Naturales de Colombia

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA

Al iniciar el proceso de búsqueda en el SECOP II se obtienen solamente 40 resultados, seguido a esto se procede a hacer el filtrado a los proyectos que contengan adicionalmente palabras clave relacionadas con la implementación BIM de acuerdo a la siguiente ecuación de búsqueda:

Ecuación de búsqueda = Código UNSPSC + Entidad contratante + Fecha de publicación + Estado del proceso + Palabras Clave

Tabla 3.

Lista de palabras clave

BIM
Modelado de Información para la Construcción
Revit
Navisworks
Coordinación de modelos
Simulación 4D
Simulación 5D
Colaboración interdisciplinaria
Digitalización de la construcción

Proceso constructivo digital
Infraestructura
Edificaciones
Obras civiles
Supervisión técnica
Interventoría
Diseño
Construcción
Mantenimiento

Los resultados de esta búsqueda presentaron 2010 Resultados distribuidos en la tabla(), de los cuales solo 83 proyectos cumplían los requisitos para categorizar el proyecto como de orden nacional y hacer posible la comparación con los objetivos del gobierno.

Tabla 4.

Proyectos para evaluar

SECOP II	Proyectos filtrados sin palabras clave	42
----------	--	----

	Proyectos filtrados con palabras clave	8
	Proyectos con palabras clave	1967
	Proyectos con palabras clave filtrados por	74
Audidores Ciudadanos	Orden Nacional	
Otros	Proyecto Metro de Bogotá	1
	Total Proyectos a evaluar	83

3.7. Identificación de los componentes principales de los proyectos de construcción con implementación BIM en 2024.

3.7.1. Selección de documentos relevantes

Se realizó una búsqueda exhaustiva de documentos mediante las plataformas SECOP 1 y SECOP 2, complementada con una membresía de 10 días en Colombia Licita. Esto permitió obtener una visión integral de la documentación disponible de cada proyecto. Se seleccionaron aquellos documentos que pudieran aportar información relevante sobre la ejecución de las obras, como evaluaciones o estudios previos, pliegos de condiciones, avances de obra, informes, planos y estudios técnicos.

Con los documentos recopilados, se buscaron indicios de la implementación BIM basados en criterios previamente definidos. A cada criterio identificado se le asignó una puntuación de 10 puntos correspondiente al 10% de incidencia en los resultados de ponderación aritmética de todas las variables ya que se le asignó la misma relevancia a cada uno al tratarse de una búsqueda bibliográfica específica, y en caso de no estar presente, la puntuación fue cero. Para aquellos proyectos cuya documentación no se pudo encontrar, se dejó un registro de ello, excluyéndose del análisis para la ponderación de resultados.

La suma de puntos obtenidos por cada criterio en cada proyecto permitió calcular el porcentaje de implementación BIM individualmente. El registro de esta búsqueda y evaluación se puede encontrar en el Anexo 1. Los datos se organizaron por ID de proyecto asignado para la investigación, el criterio y cada ítem a evaluar, documentos revisados, puntuación por ítem, puntuación total y comentarios relacionados a la justificación de la calificación del ítem.

Para lo anterior se realizará una revisión de la Planificación y estrategia, gestión de la información, capacidad y formación, tecnología e infraestructura, y medición y seguimiento de la implementación BIM en Colombia.

3.7.2. Planificación y Estrategia

Este criterio evalúa la alineación estratégica del proyecto con los objetivos BIM y la existencia de un Plan de Ejecución BIM (BEP) conforme a los lineamientos del BIM KIT y la Hoja de Ruta BIM.

A. Alineación Estratégica: Se verificará si el proyecto está alineado con los objetivos estratégicos BIM establecidos en las directrices nacionales. (10 %)

B. Plan de Ejecución BIM (BEP): Se evaluará la existencia, calidad y aplicabilidad del BEP en el proyecto, basándose en la Guía BEP para la adopción BIM en organizaciones publicada en el BIM KIT 2 por el BIM FORUM COLOMBIA. (10 %)

3.7.3. Gestión de la Información

Este criterio se enfoca en la calidad de la información generada y gestionada a través de BIM, considerando la interoperabilidad y el cumplimiento de los requisitos de información.

A. EIR y Entregables: Se revisará la definición y aplicación del Employer's Information Requirements (EIR) y la calidad de los entregables BIM, esto basándose en la guía de gestión de la información del BIM KIT. (10 %)

B. Uso de Modelos y Datos: Se evaluará la consistencia, integridad e interoperabilidad de los modelos BIM utilizados en el proyecto basándose en la guía del BIM FORUM. (10 %)

3.7.4. Capacidades y Formación

Este criterio evalúa las competencias del personal y la definición de roles en la implementación BIM, según las recomendaciones de CAMACOL y BIM Forum Colombia.

A. Formación del Personal: Se evaluará la frecuencia y calidad de la capacitación del equipo en BIM en comparación con lo establecido en la guía de indicadores BIM del BIM KIT. (10 %)

B. Roles y Responsabilidades: Se verificará la claridad y efectividad de los roles BIM definidos en el proyecto, basándose en la guía de roles establecida por el BIM FORUM y CAMACOL. (10 %).

3.7.5. Tecnología e Infraestructura

Este criterio considera la adecuación de la infraestructura tecnológica y el uso de herramientas software recomendadas para la implementación BIM.

A. Uso de Software Certificado: Se evaluará si el software utilizado está alineado con las recomendaciones del BIM KIT y otras normativas relevantes. (10 %)

B. Infraestructura Tecnológica: Se revisará la capacidad de la infraestructura tecnológica para soportar BIM de manera efectiva, según las recomendaciones de distintas normativas internacionales como la ISO19650. (10 %)

3.7.6. Medición y Seguimiento

Este criterio evalúa la utilización de indicadores clave de rendimiento (KPIs) y los mecanismos de retroalimentación y mejora continua en la implementación BIM.

A. KPIs BIM: Se verificará si se están utilizando KPIs específicos para medir el éxito de la implementación, tal como se establece en la guía de indicadores del BIM KIT. (10 %)

B. Retroalimentación y Mejora Continua: Se evaluará la existencia de procesos para la retroalimentación y ajuste continuo del proceso BIM con ayuda de la guía de indicadores del BIM KIT. (10 %)

3.7.7. Sistema de Calificación en Porcentajes

Cada uno de los componentes evaluados tendrá el mismo peso específico en la calificación final, lo que permitirá obtener una puntuación general que refleje el nivel de implementación BIM en el proyecto. La calificación se realizará verificando la existencia de cada subcriterio y asignando la puntuación correspondiente.

La calificación final se expresará en porcentaje, donde 100% representa una implementación completa en todas las partes del proyecto.

Planificación y Estrategia: $(0+10)/20 = 10/20 = 50\%$

Gestión de la Información: $(10+10)/20 = 20/20 = 100\%$

Capacidades y Formación: $(10+10)/20 = 20/20 = 100\%$

Tecnología e Infraestructura: $(10+0)/20 = 10/20 = 50\%$

Medición y Seguimiento: $(0+10)/20 = 10/20 = 50\%$

Calificación Total: $(10+20+20+10+10) / 100 = 70\%$ de implementación BIM.

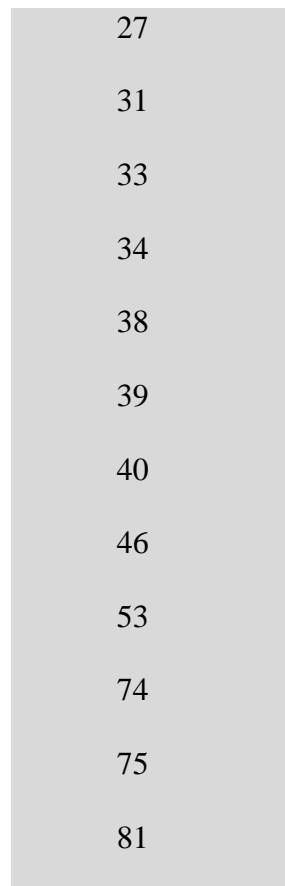
3.8. Comparación de la revisión de proyectos BIM con los componentes principales y dimensiones BIM.

De los 83 proyectos a evaluar, no se pudo encontrar documentación relevante disponible de 15 de ellos debido a falta de actualización en los concursos que hayan inhabilitado la identificación o solo la página de la cual se extrajo el proyecto para la base de datos consultada. También hay casos en los que la documentación disponible no proporciona ningún aspecto técnico relevante para la evaluación, por lo tanto no se tiene en cuenta, como certificados médicos, datos personales, etc.

Tabla 5.

Proyectos sin documentos

ID Proyecto
12
17
21

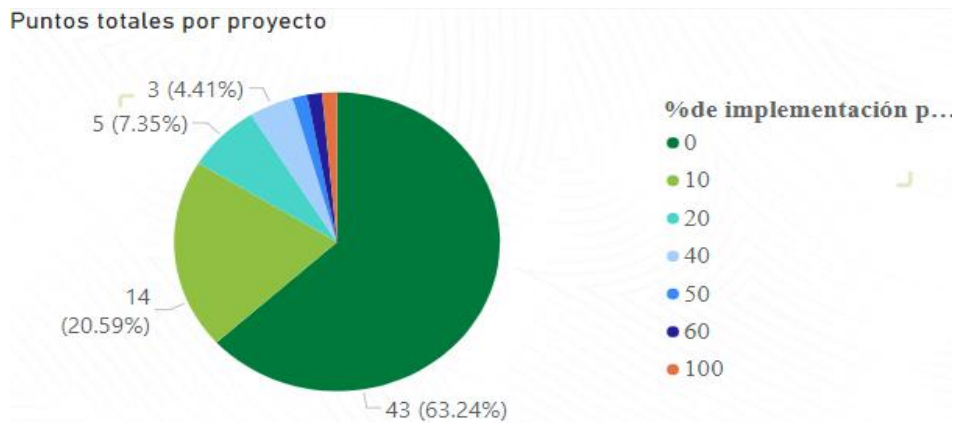


Se encontraron que 43 de los 68 proyectos con documentación relevante no tienen absolutamente ninguna implementación BIM y su puntuación es cero.

Figura

1.

Resumen de resultados en POWER BI. Fuente: elaboración propia.



El proyecto que resalta es el metro de Bogotá, proyecto que cuenta con una puntuación de 100 debido a su alineación con las recomendaciones de Camacol y la ISO 19650 para una correcta y completa implementación BIM.

Luego de ponderar las puntuaciones de la sección 4.3.7. de los proyectos con documentación disponible de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Puntuación total} = \% \text{ ítems} \times \text{Total proyectos con documentación}$$

Porcentaje de implementación BIM en proyectos públicos de orden nacional en Colombia, según en esta investigación es del 8.38%. Comparado con las metas establecidas por el gobierno nacional (60-75%), el estado actual de la implementación se encuentra por debajo un 51.62% de lo esperado para el año 2024.

Figura

2.

BIM vs Tradicional

Implementación 2024

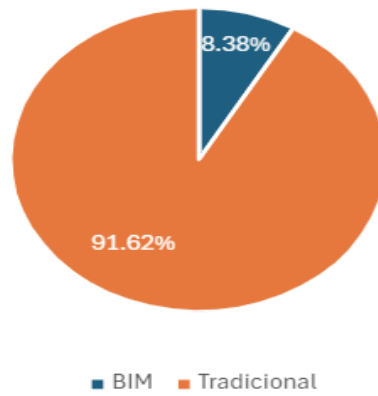


Tabla 6.

Proyectos y su puntuación

ID Proyecto	Puntos proyecto
1	0
2	0
3	0
4	60
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
13	0

14	0
15	0
16	0
18	20
19	0
20	0
22	10
23	0
24	20
25	10
26	0
28	10
29	0
30	20
32	0
35	0
36	0
37	0
41	0
42	10
43	10
44	10

45	10
47	10
48	0
49	40
50	20
51	20
52	10
54	10
55	0
56	40
57	0
58	0
59	10
60	0
61	0
62	0
63	0
64	0
65	0
66	0
67	0
68	0

69	0
70	10
71	10
72	0
73	0
76	10
77	50
78	40
79	0
80	0
82	0
83	100

Para obtener los resultados de porcentaje se aplica la siguiente ecuación:

$\text{Puntuación por ítem} = \% \text{ ítems}$

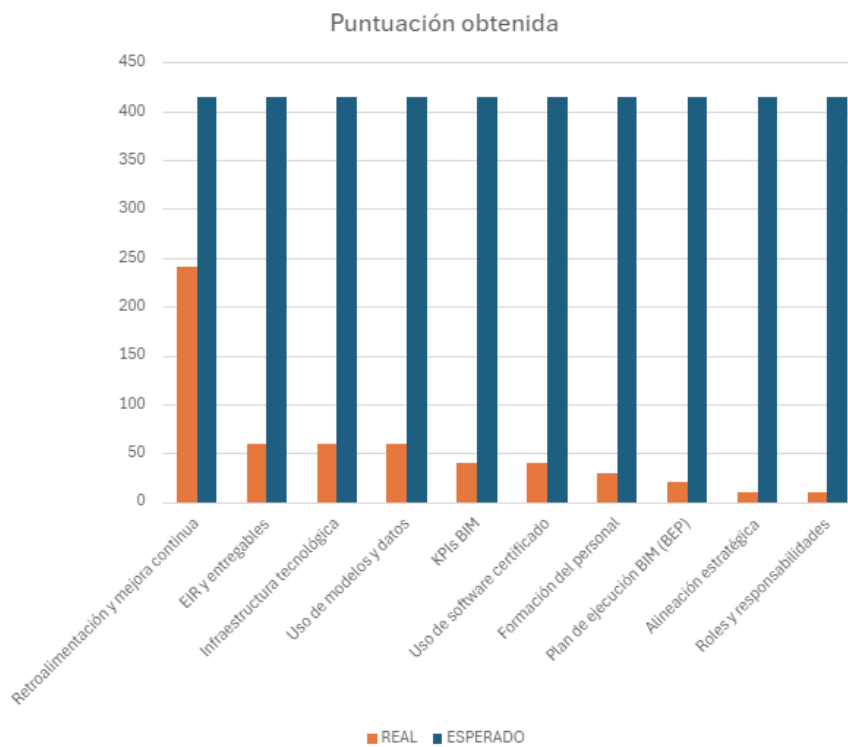
Se esperaban obtener 408 puntos porcentuales al menos por la sumatoria de cada ítem, lo cual reflejaría un 60% de los 680 puntos posibles por existir 68 proyectos con documentación disponible para la evaluación BIM, estando estos resultados por debajo del límite inferior con las metas del gobierno nacional para el año 2024, que según la estrategia BIM deberían estar entre el 60% y 75%, pero en cambio se obtuvieron puntuaciones muy por debajo de las esperadas siendo

240 la más alta de ellas correspondiente al ítem visto en 24 proyectos el cual es “retroalimentación y mejora continua”.

Figura

3.

Puntuación esperada vs real, por ítem.



Además se observa que el ítem mejor puntuado es la “retroalimentación y mejora continua” con una suma de 24 proyectos que han implementado este componente BIM, seguido por el ítem de “EIR y Entregables” con 6 proyectos, que resulta en que las organizaciones están pensando en generar proyectos con implementación BIM a futuro en mediano y corto plazo, o iniciando con la creación de información y documentación BIM en una etapa muy temprana del proyecto.

También se resalta que en la información encontrada, los proyectos públicos con implementación BIM no presentan información en el SECOP II de la mitad de las variables revisadas, y que en general para todas las bases de datos revisadas, los ítems menos puntuados son “Alineación estratégica” y “roles y responsabilidades”, lo que indica que la mayoría de empresas constructoras que requieran contratar con el sector público, no tienen dentro de sus activos y estructura organizacional componentes y roles BIM, a menos de que sea solicitado explícitamente.

4. Conclusiones

La evaluación de los proyectos según la revisión bibliográfica revela que solo algunos de los proyectos están alineados con las variables BIM actualmente. El proyecto del Metro de Bogotá destaca por su cumplimiento total con la ISO 19650 y las directrices de CAMACOL, lo que le permitió obtener una puntuación perfecta en términos de las variables evaluadas en esta investigación.

Se encontraron las variables a implementar BIM en Colombia y se explicaron cada una de ellas, como lo son la Planificación y estrategia, gestión de la información, capacidad y formación, tecnología e infraestructura, y medición y seguimiento de la implementación BIM en Colombia. Los elementos que más favorecen la implementación de BIM, según los proyectos evaluados, incluyen la “retroalimentación y mejora continua”, identificada en 24 proyectos. Por otro lado, los elementos que más limitan su adopción son la falta de “alineación estratégica” y la definición clara de “roles y responsabilidades”, lo que sugiere que muchas entidades no tienen un enfoque integrado ni las estructuras organizativas necesarias para impulsar la implementación de BIM. Esto

también indica la necesidad de formación, gestión del cambio y desarrollo de capacidades en los equipos encargados de la formulación de proyectos públicos.

De igual forma, el análisis realizado muestra que la implementación de BIM en proyectos públicos a nivel nacional en Colombia es significativamente baja. De los 68 proyectos evaluados, 43 no tienen ninguna implementación de BIM, y solo el proyecto del Metro de Bogotá alcanzó una puntuación del 100%. Los resultados indican un retraso considerable en la adopción de BIM en el sector público a nivel nacional y al comparar los resultados obtenidos con las metas establecidas por el gobierno nacional, se observa que el estado actual de la implementación de BIM está 51.62% por debajo del objetivo mínimo (60%). Este desfase demuestra que aún falta mucho trabajo para alcanzar los niveles deseados, lo que representa una oportunidad para que las instituciones públicas mejoren sus políticas y enfoques en torno a la adopción de BIM, con el fin de alinearse mejor con los estándares y recomendaciones nacionales e internacionales.

5. Recomendaciones

Recalar que el acceso a la información de avance de obra es limitado, esto siendo una evidencia más de la falta de buena implementación BIM en el sistema de contratación, lo cual debería ser una alerta para el gobierno nacional, el cual debería impulsar de forma coherente el funcionamiento de la contratación pública alrededor de las metas establecidas para el mandato nacional BIM. De igual forma, con el análisis de resultados y las conclusiones obtenidas, es oportuno realizar las siguientes recomendaciones para buscar reducir la brecha gigantesca que

existen en estos momentos en cuanto a implementación BIM en el país, más aún teniendo en cuenta las metas establecidas por el gobierno:

Es necesario que el gobierno nacional formule políticas más claras y detalladas que impulsen la adopción de BIM en proyectos públicos. Esto incluye definir con precisión los requerimientos BIM en las licitaciones públicas y ofrecer lineamientos de cumplimiento más estrictos que obliguen a los actores a incorporar el uso de la metodología BIM desde las etapas iniciales del proyecto.

Dada la baja implementación de BIM en la mayoría de los proyectos analizados, se recomienda invertir en la capacitación del personal de las entidades públicas y contratistas para que puedan adoptar y gestionar eficientemente los procesos BIM. Las instituciones deben desarrollar programas de formación específicos en BIM, alineados con los estándares internacionales como la ISO 19650 y las directrices de CAMACOL.

Un mecanismo eficaz para aumentar la implementación de BIM podría ser establecer incentivos para aquellas entidades y contratistas que adopten esta metodología. Estos incentivos pueden incluir ventajas en la evaluación de propuestas en licitaciones públicas, acceso preferencial a proyectos de mayor envergadura o incluso beneficios fiscales.

Dado que algunas empresas privadas en Colombia ya han avanzado en la adopción de BIM, se recomienda fomentar espacios de colaboración entre el sector público y privado. Esto podría

incluir foros, mesas de trabajo y convenios que faciliten el intercambio de mejores prácticas y lecciones aprendidas para mejorar la implementación en los proyectos públicos.

Dado que la retroalimentación y mejora continua fueron los ítems mejor puntuados en esta investigación, se recomienda consolidar una plataforma digital que permita gestionar la documentación y el feedback sobre la implementación de BIM en los proyectos. Esta herramienta facilitaría el intercambio de información entre los distintos actores involucrados y contribuiría a la mejora continua de los procesos.

Referencias

Ashworth, S. (2021). The evolution of facility management (FM) in the building information modelling (BIM) process: An opportunity to use critical success factors (CSF) for optimising built assets. Doctoral thesis, Liverpool John Moores University.

<https://doi.org/10.24377/LJMU.t.00014250>

BIM | BIM. (2024, March 14). Retrieved from

<https://bim.minvivienda.gov.co/biblioteca/biblioteca-presentaciones-bim>

Camacol. (2024, March 14). Ecosistema BIM. <https://camacol.co/digitalizacion/ecosistema-bim>

Camacol. (2024, March 14). Transformación Digital. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion>

Desarrollo de una guía metodológica para la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en empresas de ingeniería en Colombia: Enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial. (2024, March 14). Retrieved from

<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2586>

- Duarte Hinojosa, N. (2014). Razón de costo efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. Doctoral thesis, Univ. Javeriana. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.12691>
- González Villamil, W. R., & Lesmes Fabian, C. A. (2017). Siete dimensiones de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling. *L'esprit Ingénieur*, 8(1). Retrieved from <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/1659>
- Le, H. T. T., Likhitruangsilp, V., & Yabuki, N. (2020). A BIM-Integrated Relational Database Management System for Evaluating Building Life-Cycle Costs. *Engineering Journal*, 24(2), 75–86. <https://doi.org/10.4186/ej.2020.24.2.75>
- Limas Mendigaño, D. F. (2020). Metodología BIM aplicada a la fase de prefactibilidad de un proyecto vial de tercer orden en Colombia. Master thesis, Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/21185>
- Mannino, A., Dejaco, M. C., & Re Cecconi, F. (2021). Building Information Modelling and Internet of Things Integration for Facility Management—Literature Review and Future Needs. *Applied Sciences*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/app11073062>
- Matarneh, S. T., Danso-Amoako, M., Al-Bizri, S., Gaterell, M., & Matarneh, R. (2019). Building information modeling for facilities management: A literature review and future research directions. *Journal of Building Engineering*, 24, 100755. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2019.100755>

- Moreno, F. S., Higuera, J. F., López, A. D. R., Bernal, Y. A. N., & Muñoz, J. O. S. (2020). Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. *Revista Boletín Redipe*, 9(11).
<https://doi.org/10.36260/rbr.v9i11.1122>
- Oti, A. H., Kurul, E., Cheung, F., & Tah, J. H. M. (2016). A framework for the utilization of Building Management System data in Building Information Models to bridge gaps between building design and operation. *Automation in Construction*, 72.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.043>
- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2015). Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tecnologías 'Building Information Modeling'. *Gerencia Tecnológica Informática*, 14(38).
- Prieto-Tibaduiza, W. A., Rocha-Vega, S. M., Páez, H. J. J., & Lozano-Ramírez, N. E. (2019). Propuesta de herramienta para la integración de BIM a la toma decisiones financieras en proyectos de construcción. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75–101.
<https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- Requirements for a BIM execution plan (BEP): A proposal for application in Colombia = Requisitos para un plan de ejecución de BIM (BEP): Propuesta de aplicación en Colombia. (2024, March 14). *Building & Management*. Retrieved from
https://polired.upm.es/index.php/building_management/article/view/3763/3850

Shin, Y., & Cho, K. (2015). BIM Application to Select Appropriate Design Alternative with Consideration of LCA and LCCA. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015.

<https://doi.org/10.1155/2015/281640>