

Beneficios, estrategias y mejoras en proyectos públicos con el uso de la herramienta BIM

Roger Edgar Haro Menacho
<https://orcid.org/0000-0002-3051-1245>
rogerharomenacho@gmail.com
Universidad César Vallejo
Huaraz, Perú

**Autor de correspondencia: rogerharomenacho@gmail.com*

Recibido (09/07/2025), Aceptado (19/10/2025)

Resumen. En el contexto latinoamericano se ha observado una creciente generación de proyectos que presentan baja eficacia, sobrecostos y retrasos comunes en obras públicas. En este sentido, el objetivo de este trabajo consistió en identificar los beneficios y las estrategias que se pueden emplear con el software BIM para lograr mejoras en la gestión y diseño de proyectos públicos. Para ello, se realizó una búsqueda teórica en la que fue posible identificar las oportunidades en materia de planificación, calidad, sostenibilidad y control de gastos mediante el uso de esta herramienta. Además, se reconocieron los aportes vinculados con la visibilidad de los procesos y la presentación de los datos.

Palabras clave: building information modeling, proyectos públicos, proyectos de construcción.

Benefits, Strategies, and Improvements in Public Projects through the Use of the BIM Tool

Abstract. In the Latin American context, a growing number of projects have been observed to exhibit low efficiency, cost overruns, and frequent delays in public works. Accordingly, the objective of this study was to identify the benefits and strategies that can be applied through the use of BIM software to achieve improvements in the management and design of public projects. To this end, a theoretical review was conducted, making it possible to identify opportunities related to planning, quality, sustainability, and cost control through the use of this tool. In addition, contributions associated with process visibility and data presentation were also identified.

Keywords: building information modeling, public projects, construction projects.

I. INTRODUCCIÓN

El Building Information Modeling (BIM) ha emergido como una herramienta clave para la modernización del sector de la construcción, integrando procesos colaborativos en arquitectura, ingeniería y construcción [1]. En el contexto de la digitalización y la automatización industrial, tecnologías como BIM y la visión por computadora están transformando la planificación, ejecución y mantenimiento de proyectos públicos [2]. De manera que, la construcción es un proceso inherentemente complejo que involucra múltiples fases y actores. Cada etapa exige una gestión intensiva de información y documentación, lo que incrementa el riesgo de fallos en cronograma, presupuesto o alineamiento con los intereses de las partes involucradas [3], [4]. Estas fallas suelen manifestarse como sobrecostos, litigios y, en casos extremos, abandono de obras públicas [5].

En países como Reino Unido y Estados Unidos, la adopción de BIM ha mejorado significativamente los resultados de los proyectos públicos, permitiendo detectar interferencias, minimizar retrabajos, estimar con precisión costos y materiales, y reducir desperdicios [6], [7]. No obstante, en economías emergentes su implementación es aún incipiente. Arabia Saudita, por ejemplo, impulsa su adopción como parte de la estrategia “Visión 2030”, apoyada por grandes inversiones públicas [8].

En Latinoamérica, Perú destaca por su experiencia exitosa en los Juegos Panamericanos Lima 2019, donde el uso de BIM optimizó el control de diseño, planificación y ejecución. Esta experiencia motivó el desarrollo del Plan BIM Perú, formalizado mediante la Resolución Directoral N.º 0002-2021-EF/63.01, e integrado en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019–2030 [9]. Así pues, BIM permite generar modelos colaborativos 3D (diseño geométrico), 4D (programación temporal), 5D (gestión de costos), y recientemente 6D (sostenibilidad) y 7D (gestión del ciclo de vida), contribuyendo a decisiones más informadas, reducción de errores y mayor eficiencia en todo el ciclo de vida del proyecto [3], [10].

II. MARCO TEÓRICO

Building Information Modeling (BIM) es un proceso digital integral para crear, gestionar y compartir datos relacionados con proyectos de construcción a lo largo de todas sus fases, desde la planificación hasta la operación (Figura 1). Su adopción efectiva depende en gran medida de la experiencia de los usuarios, especialmente en el ámbito de los proyectos públicos, donde su implementación permite evaluar el ciclo de vida de las obras e incorporar criterios de eficiencia energética desde el diseño inicial [11]. Más allá de representar una evolución del diseño asistido por computadora (CAD), BIM constituye una tecnología que permite modelar objetos inteligentes con propiedades paramétricas, reconocidos por los programas informáticos como componentes constructivos reales, lo que supera ampliamente las capacidades de los sistemas CAD tradicionales [12].

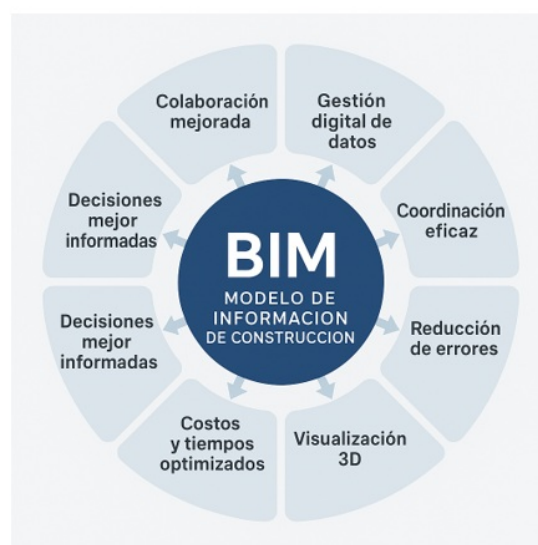


Fig. 1. Beneficios del modelo BIM para la construcción.

Actualmente, BIM se ha consolidado como una herramienta clave para integrar mejoras en cada etapa del ciclo de vida de los proyectos públicos, optimizando procesos de diseño, construcción y mantenimiento. Sus aplicaciones incluyen la detección anticipada de interferencias, la estimación precisa de costos y materiales, así como la reducción de retrabajos y desperdicios, lo cual incrementa la eficiencia operativa del proyecto [13]. Estas funcionalidades han evolucionado rápidamente en la última década, transformando los métodos tradicionales de gestión de obras [14]. Un modelo BIM contiene datos físicos y funcionales de la infraestructura, organizados mediante objetos inteligentes que representan componentes reales, integrando información del comportamiento, uso y mantenimiento esperado de la instalación [15]. Esta capacidad de centralizar y coordinar la información favorece la colaboración entre arquitectos, ingenieros, contratistas, operarios y usuarios finales, mejorando la comunicación entre las partes interesadas y reduciendo errores a lo largo del proceso constructivo [16].

La implementación del BIM abarca todas las fases del ciclo de vida de un proyecto, desde la planificación inicial hasta el mantenimiento de la infraestructura (Figura 2). Esta integración progresiva permite gestionar datos de manera continua y coherente, optimizando decisiones en cada etapa. En la figura siguiente se presenta una visualización esquemática de las cinco fases principales del ciclo de vida de un proyecto con BIM: planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. En cada fase, BIM actúa como soporte técnico, digital y colaborativo para mejorar la coordinación, reducir errores, optimizar recursos y facilitar la sostenibilidad a largo plazo. Esta representación no solo evidencia el carácter cíclico y dinámico de los proyectos de construcción gestionados con BIM, sino que también destaca su papel como eje articulador de todos los procesos técnicos y administrativos involucrados.



Fig. 2. Ciclo de vida de un proyecto con BIM.

En este sentido, BIM no debe ser comprendido únicamente como una herramienta informática, sino como una metodología que articula personas, procesos y tecnología para generar un entorno colaborativo basado en modelos digitales precisos [17]. Su implementación facilita la toma de decisiones informadas, disminuye la incertidumbre en etapas tempranas del diseño y contribuye a mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los proyectos [18]. Aunque no existe una definición universalmente aceptada de BIM, la literatura especializada converge en conceptualizarlo como un modelo paramétrico digital que representa fielmente las características físicas y funcionales de una instalación, sirviendo como base para una gestión integral a lo largo de todo su ciclo de vida [19], [20].

La implementación de Building Information Modeling (BIM) ha sido objeto de múltiples investigaciones que coinciden en señalar su impacto transversal en la transformación digital del sector construcción, especialmente en proyectos públicos. BIM se define como un proceso colaborativo basado en modelos digitales tridimensionales que integran datos geométricos, temporales, presupuestarios, operacionales y ambientales del proyecto en un entorno común de datos [1], [2].

Uno de los pilares técnicos del BIM es su estructura multidimensional. A partir del modelo 3D,

que representa la geometría del diseño, se han desarrollado dimensiones complementarias como el 4D (gestión del tiempo), 5D (control de costos), 6D (sostenibilidad ambiental) y 7D (gestión del ciclo de vida) [3], [15]. Estas extensiones permiten una simulación integral del comportamiento del proyecto a lo largo del tiempo, optimizando la toma de decisiones en cada etapa [6], [7], [16].

En el plano organizacional, BIM permite una gestión integrada de actores mediante plataformas de colaboración que reducen los conflictos entre disciplinas y mejoran la trazabilidad de la información [8], [17]. Esta característica resulta crítica en el contexto de la obra pública, donde convergen múltiples contratistas, consultores, gestores y fiscalizadores con objetivos e intereses distintos [4], [5], [18]. Desde el punto de vista normativo, los estudios subrayan la necesidad de contar con marcos legales y políticas públicas que fomenten la adopción progresiva de BIM, sobre todo en países en desarrollo [9], [13]. La ausencia de estandarización, interoperabilidad tecnológica y formación profesional son barreras recurrentes para su implementación efectiva [14], [19].

En cuanto a su aplicación práctica, la evidencia muestra que BIM contribuye a reducir errores en los documentos técnicos, minimizar sobrecostos, prevenir disputas contractuales y disminuir los riesgos técnicos y financieros en todas las fases del proyecto [10], [12], [20]. Estas ventajas se amplifican cuando BIM se vincula con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, los sistemas de monitoreo en tiempo real o la visión computacional [2], [11]. El sistema BIM no solo representa una herramienta tecnológica, sino una metodología de gestión integral que redefine los procesos constructivos, con énfasis en la eficiencia, la sostenibilidad, la transparencia y la resiliencia institucional. Su correcta implementación en proyectos públicos implica avanzar hacia un enfoque sistémico que articule personas, procesos y tecnología en torno a una misma visión de desarrollo.

III. METODOLOGÍA

En la Tabla 1 se presentan las características consideradas para definir las interrogantes de investigación. Se puede observar que estas cumplen con la formulación PICO adaptada, permitiendo estructurar de manera sistemática la población de estudio, la intervención analizada, la comparación establecida y los resultados esperados.

Tabla 1. Pregunta formulada con PICO adaptado.

Elemento	Descripción
P (Población)	Proyectos públicos de construcción y/o infraestructura.
I (Intervención)	Implementación o mejora de BIM.
C (Comparación)	No aplica directamente.
O (Resultado)	Beneficios, estrategias, barreras superadas y recomendaciones.

Se aplicó una estrategia de búsqueda sistemática mediante el uso de títulos de investigación, combinación de operadores booleanos y palabras clave en inglés y español. Se utilizaron las bases de datos *Scopus*, *ScienceDirect*, *SciELO*, *ProQuest* y el buscador *Google Scholar*. De manera que se consideraron artículos revisados por pares, estudios empíricos y experimentales, publicaciones comprendidas entre los años 2021 y 2025, estudios centrados en el uso de *Building Information Modeling (BIM)* en proyectos públicos y trabajos que abordaran la implementación, mejoras, beneficios, retos, desafíos, usos y aplicación de esta herramienta. Por otra parte, se excluyeron los comentarios editoriales y reseñas, las publicaciones sin revisión por pares, los estudios sin evidencia empírica, los documentos duplicados y la literatura sin disponibilidad del texto completo.

La Figura 3 muestra el proceso de selección y depuración de documentos que aportan de manera directa a la investigación y que permiten la generación de nuevas propuestas orientadas al fortalecimiento de los proyectos públicos.

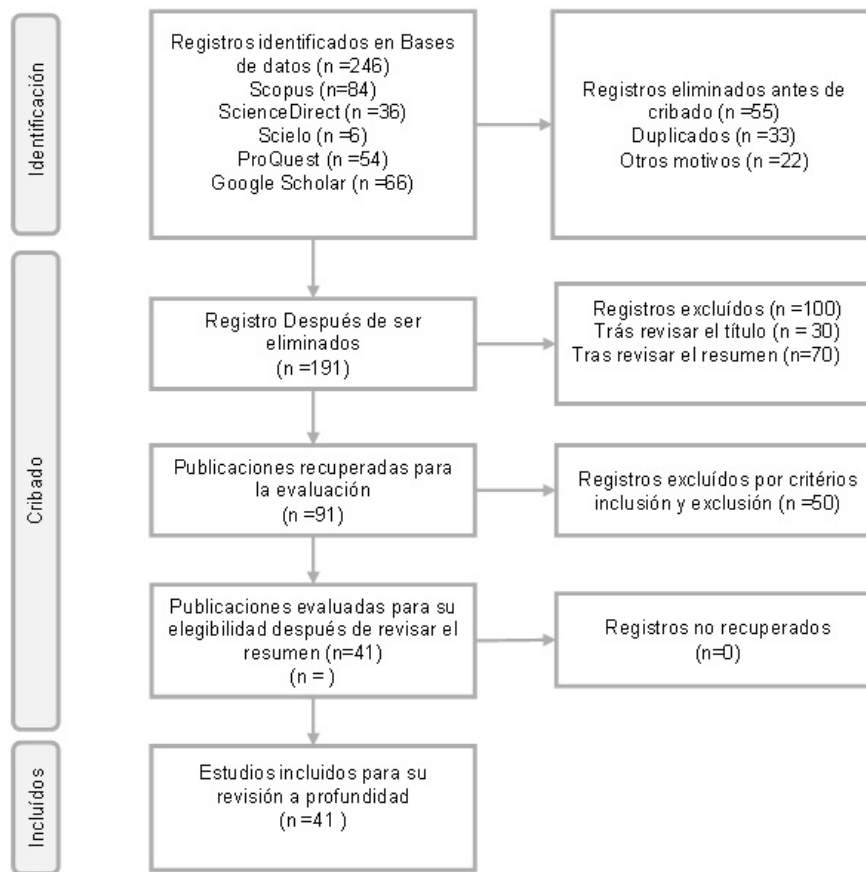


Fig. 3. Diagrama PRISMA de selección de documentos.

IV. RESULTADOS

La Tabla 2 muestra los aportes teóricos y conceptuales encontrados en los documentos analizados, esta categoría agrupa las investigaciones que abordan las definiciones, modelos conceptuales, fundamentos y marcos teóricos del *Building Information Modeling (BIM)*, proporcionando una base sólida para su comprensión y evolución en el tiempo.

Tabla 2. Aportes teóricos encontrados

Referencia	Aporte al tema de investigación	Destacado
Zhang & Li [1]	Modernización del sector AEC con BIM	Enlace entre BIM y procesos digitales en construcción
Khan et al. [12]	BIM vs. CAD tradicional	Objetos inteligentes paramétricos en modelos 3D
Singh & Sharma [19]	Definiciones y funciones de BIM	Síntesis conceptual a partir de la literatura
Cavalcanti et al. [20]	Estándares de datos BIM	Comparativa de modelos y normas internacionales

La Tabla 3 presenta las tecnologías y funciones específicas de BIM encontradas en la búsqueda bibliográfica, estos estudios incluidos se centran en los avances tecnológicos de BIM, así como en sus funcionalidades técnicas clave como el modelado 3D–7D, la estimación de costos, la detección de interferencias y el soporte digital durante el ciclo de vida de la construcción.

Tabla 3. Aportes en tecnología y funciones específicas de BIM

Referencia	Aporte al tema de investigación	Destacado
Huang et al. [2]	Visión por computadora y automatización con BIM	Enfoque en planificación y mantenimiento de proyectos públicos
Liu [7]	Estimación de costos y reducción de desperdicios	Optimización basada en modelos 5D
Diseño Infraestructura de Salud et al. [10]	Modelos multidimensionales	Aplicación en hospitales y modelos 6D/7D
Saad Alotaibi et al. [13]	Avances recientes de BIM	Funciones específicas en control de costos y materiales
Lu et al. [15]	Gestión del ciclo de vida con BIM	BIM como base de datos integral y dinámica

La Tabla 4 muestra los documentos que ofrecen aporte a la gestión pública y eficiencia del ciclo de vida, en este clúster se agrupan los trabajos que destacan el impacto de BIM en la planificación, ejecución y operación de proyectos públicos, así como en la toma de decisiones, eficiencia administrativa y reducción de riesgos en obras públicas.

Tabla 4. Aportes en la implementación por países

Referencia	Aporte al tema de investigación	Destacado
Kim et al. [6]	Impacto del BIM en países desarrollados	Resultados cuantificables en proyectos públicos
Al-Yami & Sanni-Anibire [8]	Implementación en Arabia Saudita	Caso de país emergente con estrategia nacional
Bocanegra Baca et al. [9]	Plan BIM Perú	Base normativa y experiencia práctica en Latinoamérica
El Hajj & Martínez Montes [11]	BIM y eficiencia energética	Uso en proyectos públicos con enfoque en sostenibilidad
Ruschel & Kehl [14]	BIM en países en desarrollo	Revisión sistemática sobre evolución de implementación

La adopción de *Building Information Modeling (BIM)* en proyectos de construcción en países en desarrollo ha demostrado ser viable, siempre que se acompañe de marcos normativos adecuados, procesos eficientes de planificación y gestión, y una colaboración activa entre los actores involucrados. Sin embargo, en contextos como el peruano, su implementación aún se encuentra en una fase temprana, lo que representa tanto un desafío como una oportunidad para fortalecer los procesos constructivos y modernizar la gestión pública.

La evidencia señala que una implementación progresiva resulta la vía más efectiva, especialmente cuando se sustenta en políticas públicas claras, incentivos regulatorios y condiciones institucionales que favorezcan su integración. Bajo este enfoque, la adopción de BIM no solo mejora la calidad del diseño y ejecución de los proyectos, sino que impulsa una cultura colaborativa entre entidades gubernamentales, consultores, contratistas y operadores de infraestructura.

El éxito de esta transición depende de factores estratégicos como la estandarización normativa, la capacitación de profesionales, la interoperabilidad tecnológica y el liderazgo institucional. Asimismo, la articulación entre profesionales del sector y responsables de políticas públicas es esencial para establecer estrategias de adopción que permitan integrar BIM desde las etapas tempranas de planificación hasta la gestión del ciclo de vida de las infraestructuras públicas. De esta manera se puede afirmar que la incorporación de BIM en proyectos públicos no solo responde a una tendencia tecnológica global, sino que constituye una oportunidad para mejorar la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad en la gestión de inversiones públicas.

A. *Discusión de resultados*

El análisis de los estudios seleccionados permite identificar una serie de beneficios y mejoras significativas asociadas con la implementación del *Building Information Modeling (BIM)* en proyectos de infraestructura pública. Estos beneficios abarcan tanto aspectos técnicos como organizacionales y estratégicos, ofreciendo una visión integral del potencial transformador de esta metodología en contextos diversos.

Uno de los aspectos más destacados es la gestión eficiente de la planificación de la construcción, presente de forma transversal en los artículos analizados. Se observa que el uso de modelos digitales colaborativos mejora la programación temporal (4D), permitiendo prever cuellos de botella, optimizar recursos y coordinar actividades de forma anticipada. Autores como Zhang & Li [1] y Wang & Chen [16] coinciden en que BIM permite integrar la planificación desde etapas tempranas, minimizando incertidumbres y reforzando el control sobre el cronograma.

En relación con la mejora de la calidad, los artículos de Kim et al. [6], Lu et al. [15] y Khan et al. [12] subrayan cómo la precisión geométrica y la integración de datos en los modelos 3D y 5D reducen significativamente las fallas en obra, permitiendo entregar proyectos más robustos y con menos retrabajos. Además, la incorporación de análisis de desempeño durante el diseño fortalece la calidad funcional de las edificaciones. Así también, la reducción de costos también es ampliamente reconocida. A través de estimaciones más precisas, detección temprana de conflictos y simulaciones de escenarios, los estudios de Liu [7] y Santos et al. [18] evidencian cómo BIM reduce costos directos e indirectos, tanto en fases de diseño como de ejecución. Asimismo, el uso de datos históricos y simulaciones facilita decisiones más eficientes en licitaciones y adquisiciones públicas.

En cuanto a la visualización de datos, la implementación de modelos tridimensionales y multidimensionales permite una representación clara y compartida del proyecto, facilitando su comprensión por parte de todos los actores. Huang et al. [2] y Diseño Infraestructura de Salud et al. [10] destacan la importancia de estas visualizaciones para comunicar avances, identificar interferencias y fortalecer la supervisión técnica. Además, un beneficio recurrente es la mejora en la colaboración entre las partes interesadas. BIM actúa como un entorno común de datos, permitiendo compartir información en tiempo real entre diseñadores, ingenieros, contratistas, fiscalizadores y entidades gubernamentales. Ahmad & Hossain [17] y Al-Yami & Sanni-Anibire [8] sostienen que este entorno reduce los silos de información y promueve una cultura más transparente y participativa.

Respecto al aumento de la sostenibilidad, el uso de modelos 6D y análisis de desempeño energético, como señalan El Hajj & Martínez Montes [11] y Ruschel & Kehl [14], permite incorporar criterios ambientales desde la fase de diseño. Esto facilita una toma de decisiones orientada a la eficiencia energética, la selección de materiales sostenibles y la evaluación del ciclo de vida ambiental. Por otra parte, el control de costos a lo largo de la vida útil y los datos ambientales también ha cobrado relevancia. A través de modelos 7D, como se discute en Zakeri et al. [3] y Cavalcanti et al. [20], es posible integrar la operación y el mantenimiento de los activos construidos, incluyendo monitoreo energético, reparaciones programadas y análisis de eficiencia operativa, lo que mejora la gestión de activos públicos a largo plazo.

Otro de los beneficios críticos identificados es la reducción de errores y omisiones en los documentos, señalada por Khan et al. [12] y Rinchen et al. [5]. Al centralizar y automatizar la documentación técnica, se minimizan los errores humanos, se reducen las contradicciones entre planos y se mejora la trazabilidad de las decisiones. Además, se ha evidenciado la reducción del tiempo de ciclo del proceso de diseño, impulsada por el uso de bibliotecas de objetos, simulaciones automáticas y flujos de trabajo colaborativos. Estudios como los de Saad Alotaibi et al. [13] muestran cómo BIM acelera el desarrollo del diseño técnico sin sacrificar la calidad, especialmente cuando se articula con tecnologías emergentes como inteligencia artificial y automatización.

Se puede afirmar entonces que la reducción del riesgo en proyectos públicos se configura como un eje transversal en la literatura analizada. Desde la fase de planificación hasta la operación, BIM permite identificar riesgos potenciales, anticipar contingencias y establecer respuestas más eficientes. Esto es particularmente relevante en contextos donde los proyectos públicos están expuestos a presiones políticas, restricciones presupuestarias y marcos regulatorios cambiantes, como se discute en los estudios de Omotayo et al. [4] y Bocanegra Baca et al. [9]. Estos hallazgos reafirman el valor estratégico de BIM como herramienta para transformar la gestión pública de la construcción, no solo en términos técnicos, sino también en la construcción de una cultura colaborativa, eficiente y basada en datos.

CONCLUSIONES

Este estudio ofrece una contribución significativa al debate sobre la transformación digital de la gestión pública en la construcción, al consolidar evidencia empírica y conceptual que posiciona al *Building Information Modeling (BIM)* no solo como una herramienta tecnológica, sino como una metodología integral capaz de reformular la forma en que se conciben, diseñan, gestionan y operan los proyectos de infraestructura pública.

A partir de una revisión sistemática rigurosa, se ha identificado que los beneficios de BIM trascienden el ámbito técnico y se proyectan en la mejora de la planificación estratégica, la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental y financiera. Su implementación permite anticiparse a los conflictos típicos de la ejecución de obras, facilitando la toma de decisiones informadas mediante representaciones digitales precisas que integran dimensiones espaciales, temporales, presupuestarias y ambientales.

Uno de los aportes más relevantes del estudio es la identificación de cómo BIM contribuye al fortalecimiento de la gobernanza de proyectos públicos. Esto se manifiesta en su capacidad para alinear los intereses de múltiples actores mediante plataformas colaborativas que promueven la transparencia, reducen las barreras de comunicación y mejoran la trazabilidad de las acciones técnicas y administrativas.

Asimismo, se pone en valor el potencial de BIM para promover una infraestructura más sostenible, no solo por su impacto en la reducción de residuos y emisiones, sino también por su capacidad de integrar el ciclo de vida completo del proyecto, desde la planificación hasta la operación y mantenimiento. Este enfoque permite un control más preciso de costos y una mejor gestión de recursos en el tiempo.

La reducción de riesgos técnicos, financieros y de ejecución también emerge como un hallazgo clave. Al permitir la detección temprana de interferencias y la simulación de escenarios, BIM actúa como una herramienta preventiva que disminuye la incertidumbre y aumenta la probabilidad de éxito de los proyectos, lo que es especialmente relevante en contextos donde los márgenes de error son reducidos y las consecuencias del fracaso, significativas.

Además, al situar el análisis en contextos en desarrollo, con énfasis en el caso peruano, el estudio visibiliza la necesidad de un entorno institucional que acompañe la implementación de BIM. Esto incluye el desarrollo de marcos normativos, políticas públicas específicas, estrategias de capacitación técnica y liderazgo institucional capaz de impulsar un cambio estructural en la forma de gestionar la inversión pública.

De manera que, BIM representa una palanca estratégica para la modernización del sector constructivo público. Su correcta adopción, sustentada en una visión sistémica y acompañada de políticas integradas, puede traducirse en proyectos más eficientes, sostenibles y alineados con los desafíos contemporáneos de desarrollo e infraestructura.

REFERENCIAS

- [1] R. Zhang and L. Li, "Research on evolutionary game and simulation of information sharing in prefabricated building supply chain," *Sustainability*, vol. 15, no. 13, 2023, doi: 10.3390/su15139885.
- [2] M. Q. Huang, J. Ninić, and Q. B. Zhang, "Bim, machine learning and computer vision techniques in underground construction: Current status and future perspectives," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 108, 2021, doi: 10.1016/j.tust.2020.103677.
- [3] S. M. H. Zakeri, S. Tabatabaee, S. Ismail, A. Mahdiyar, and M. H. Wahab, "Developing an mcdm model for the benefits, opportunities, costs and risks of bim adoption," *Sustainability*, vol. 15, no. 5, 2023, doi: 10.3390/su15054035.
- [4] T. S. Omotayo, J. Ross, A. Oyetunji, and C. Udejaja, "Systems thinking interplay between project complexities, stakeholder engagement, and social dynamics roles in

- influencing construction project outcomes," *SAGE Open*, vol. 14, no. 2, 2024, doi: 10.1177/21582440241255872.
- [5] S. Rinchen, S. Banihashemi, and S. Alkilani, "Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries," *Project Leadership and Society*, vol. 5, 2024, doi: 10.1016/j.plas.2024.100138.
- [6] K. P. Kim, J. Matheson, J. Newton, and J. Wills, "Improvement strategy for the level of bim utilisation in the australian construction industry," *Management Review: An International Journal*, vol. 16, no. 2, pp. 1–134, 2021, artículo.
- [7] H. Liu, "Application and benefits of building information modeling (bim) in intelligent engineering construction," *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, vol. 9, no. 1, 2024, doi: 10.2478/amns-2024-0945.
- [8] A. Al Yami and M. O. Sanni Anibire, "Bim in the saudi arabian construction industry: state of the art, benefit and barriers," *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, vol. 39, no. 1, pp. 33–47, 2021, doi: 10.1108/IJBPA-08-2018-0065.
- [9] A. Bocanegra Baca *et al.*, "Implementación de la metodología bim para optimizar el tiempo de revisión en la etapa de diseño de una infraestructura educativa gestionada bajo contrato nec3 opcion f caso de estudio: Institución educativa inicial -primaria santiago requena, catacaos -piura," Master's thesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2025, tesis de maestría.
- [10] D. S. Yañez Correa, *Retos de la implementación de BIM durante la etapa de diseño de infraestructura de salud*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2023, libro.
- [11] C. I. El Hajj and G. Martínez Montes, "Examining green building practices: The influence on building information modeling function diffusion," *Sustainability*, vol. 17, no. 9, p. 3843, 2025, doi: 10.3390/su17093843.
- [12] A. Khan, A. O. Bello, M. Arqam, and F. Ullah, "Integrating building information modelling and artificial intelligence in construction projects: A review of challenges and mitigation strategies," *Technologies*, vol. 12, no. 10, 2024, doi: 10.3390/technologies12100185.
- [13] B. S. Alotaibi *et al.*, "Building information modeling (bim) adoption for enhanced legal and contractual management in construction projects," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 15, no. 7, 2024, doi: 10.1016/j.asej.2024.102822.
- [14] R. C. Ruschel and C. Kehl, "Curricular bim implementation plan: protocol proposal and pilot application in brazil," *Ambiente Construído*, vol. 24, 2024, doi: 10.1590/s1678-86212024000100717.
- [15] K. Lu, X. Deng, X. Jiang, B. Cheng, and V. W. Y. Tam, "A review on life cycle cost analysis of buildings based on building information modeling," *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 29, no. 3, pp. 268–288, 2023, doi: 10.3846/jcem.2023.18473.
- [16] J. Wang, S. Zhang, P. Fenn, X. Luo, Y. Liu, and L. Zhao, "Adopting bim to facilitate dispute management in the construction industry," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 149, no. 1, 2023, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002419.
- [17] S. Likita, M. B. Jelodar, V. Vishnupriya, and J. O. B. Rotimi, "Lean and bim integration benefits construction management practices in new zealand," *Construction Innovation*, vol. 24, no. 1, pp. 106–133, 2024, doi: 10.1108/CI-06-2022-0136.

- [18] M. Manzoor, R. Charef, M. F. Antwi Afari, K. S. Alotaibi, and E. Harirchian, “Revolutionizing construction safety: Unveiling the digital potential of building information modeling (bim),” *Buildings*, vol. 15, no. 5, p. 828, 2025, doi: 10.3390/buildings15050828.
- [19] R. Shojaei, K. Oti Sarpong, and G. Burgess, “Enablers for the adoption and use of bim in main contractor companies in the uk,” *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 30, no. 4, pp. 1726–1745, 2023, doi: 10.1108/ECAM-07-2021-0650.
- [20] H. Xie *et al.*, “Enhancing building information modeling on green building practices in china: A conceptual framework,” *Buildings*, vol. 14, no. 6, 2024, doi: 10.3390/buildings14061509.