

# Identificación de barreras en la interacción entre Construcción Industrializada (CI) y Building Information Modeling (BIM)

## Identifying Barriers in the Interaction Between Industrialized Construction (IC) and Building Information Modeling (BIM)

Enviado: agosto 16 / 2023 • Evaluado: febrero 19/ 2024 • Aceptado: febrero 2 / 2025

### CÓMO CITAR

Sepulveda-Solari, I., Sarmiento-Herrera, S. y Peterssen-Soffia, G., (2025). Identificación de barreras en la interacción entre Construcción Industrializada (CI) y Building Information Modeling (BIM). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 71-82. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5448>

Ítalo Sepúlveda-Solari\*  
Universidad Autónoma de Chile  
(Chile)  
<https://ror.org/010r9dy59>

Sebastián Sarmiento-Herrera\*\*  
Universidad Autónoma de Chile  
(Chile)  
<https://ror.org/010r9dy59>

Gabriela Peterssen-Soffia\*\*\*  
Universidad Autónoma de Chile  
(Chile)  
<https://ror.org/010r9dy59>

### RESUMEN

El presente artículo aborda el problema de las barreras que limitan la interacción efectiva entre la Construcción Industrializada (CI) y el Building Information Modeling (BIM), dos enfoques innovadores que prometen beneficios significativos en términos de eficiencia, sostenibilidad y calidad en la industria de la construcción. A pesar de sus ventajas, persisten obstáculos relacionados con factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión, que dificultan su adopción integrada. Este estudio identifica y analiza dichas barreras a partir de una revisión exhaustiva de la literatura y la experiencia profesional, evaluando su impacto en la implementación global de CI y BIM. Sin embargo, se detecta la ausencia de un método estándar para medir dicho impacto y proponer estrategias de solución. El artículo propone enfoques prácticos para superar estos desafíos, como la colaboración interdisciplinaria, la creación de estándares comunes, la formación profesional y la promoción de la investigación. Se concluye reflexionando sobre el potencial transformador de CI y BIM para el sector, siempre que se aborden eficazmente las barreras identificadas.

### Palabras clave

building information modeling (BIM); construcción industrializada; digitalización; gestión; ingeniería de la construcción; productividad

## ABSTRACT

This article addresses the issue of barriers that hinder effective interaction between Industrialized Construction (IC) and Building Information Modeling (BIM), two innovative approaches that promise significant benefits in terms of efficiency, sustainability, and quality in the construction industry. Despite their advantages, obstacles remain related to economic, cultural, technological, regulatory, and management factors, which limit their integrated adoption. This study identifies and analyzes these barriers through an extensive review of the literature and professional experience, assessing their impact on the global implementation of IC and BIM. However, the absence of a standard method for measuring this impact and proposing solution strategies is identified. The article proposes practical approaches to overcome these challenges, such as interdisciplinary collaboration, the development of common standards, professional training, and the promotion of research. The article concludes with a reflection on the transformative potential of IC and BIM for the sector, provided the identified barriers are effectively addressed.

## Keywords

building information modeling (BIM); construction engineering; digitalization; industrialized construction; management; productivity

- Ingeniero en construcción, ingeniero civil, Universidad del Mar. Viña del Mar (Chile)  
Magíster en Ingeniería en Construcción, mención Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso (Chile)  
Doctorando en Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago (Chile)  
<https://scholar.google.com/citations?user=Pg9ylgoAAAAJ&hl=es>  
<https://orcid.org/0000-0002-6019-9344>  
[italo.sepulveda@uautonoma.cl](mailto:italo.sepulveda@uautonoma.cl) / [i.sepulveda.solari@gmail.com](mailto:i.sepulveda.solari@gmail.com)
- Ingeniero en construcción, Universidad Autónoma de Chile. Santiago (Chile)  
[https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=-0dbQHIAAAAJ&view\\_op=list\\_works&gmla=ACv-ny\\_gDhSLJHJWzww9hHEC117QqbUbf06WzR-bF4vGw-PNjWzLlhqWYFYLulAkQu-Xq3BCuyAwLoECH5T6vpxrO5pMe\\_5jOpwUcyopHY](https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=-0dbQHIAAAAJ&view_op=list_works&gmla=ACv-ny_gDhSLJHJWzww9hHEC117QqbUbf06WzR-bF4vGw-PNjWzLlhqWYFYLulAkQu-Xq3BCuyAwLoECH5T6vpxrO5pMe_5jOpwUcyopHY)  
<https://orcid.org/0000-0002-5160-9495>  
[sebastian.sarmiento@cloud.uautonoma.cl](mailto:sebastian.sarmiento@cloud.uautonoma.cl)
- Arquitecta, Universidad Técnica de La Habana. La Habana (Cuba)  
Doctora en ciencias técnicas, Instituto Superior José Antonio Echeverría. La Habana (Cuba)  
<https://scholar.google.es/citations?user=u2OB8n8AAAAJ&hl=es>  
<https://orcid.org/0000-0002-3102-107X>  
[gabriela.peterssen@uautonoma.cl](mailto:gabriela.peterssen@uautonoma.cl)

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes y significativos para el desarrollo económico de un país. Contribuye a la economía con un promedio del 8% al 10% del PIB, promoviendo el crecimiento, generando empleo y actuando como enlace entre la economía y otras industrias (Dixit et al., 2019). A pesar de su relevancia, enfrenta desafíos significativos, como la baja productividad, que ha crecido solo un 1% anual en las últimas dos décadas, en comparación con el 2,8% de la economía mundial y el 3,6% de la industria manufacturera (Barbosa et al., 2017). Dicho estancamiento ha sido señalado como una de las principales barreras para la competitividad del sector, según informes como *The next normal in construction* (Ribeirinho et al., 2020).

La pandemia de COVID-19 puso de manifiesto la necesidad de innovación en la construcción, como lo evidencia la rápida edificación del hospital Wuhan Leishenshan mediante componentes modulares, lo que redujo significativamente los tiempos y la carga de trabajo en obra (Chen et al., 2021). En este contexto, metodologías como la Construcción Industrializada (CI) y el Building Information Modeling (BIM) emergen como estrategias clave para abordar los problemas de eficiencia, sostenibilidad y calidad en el sector (Lacey et al., 2020; Volk et al., 2014). La CI se basa en la fabricación en entornos controlados y el ensamblaje en sitio para mejorar la productividad, mientras que BIM ofrece una plataforma colaborativa para diseñar, construir y operar proyectos de forma más eficiente (Wu et al., 2021).

A pesar de los beneficios potenciales de estas metodologías, su integración efectiva

enfrenta múltiples barreras. En la literatura se identifican factores que dificultan la productividad en construcción, como la falta de coordinación, conflictos contractuales y la resistencia al cambio (Dixit, 2021). Además, las definiciones de CI y BIM varían ampliamente, lo que complica su implementación estandarizada. Por ejemplo, CI incluye elementos como la reducción de costos, la mejora de la calidad, la fabricación en entornos controlados y el uso de técnicas de producción avanzadas (Zabihi et al., 2013).

Para ello, se definieron como objetivos principales identificar las barreras que limitan la interacción entre CI y BIM, categorizarlas en factores clave y proponer estrategias para su abordaje. Este artículo aborda las brechas en esta interacción, enfocándose en barreras críticas relacionadas con factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión. Se utiliza la definición de BIM propuesta por Bilal Succar, que lo describe como un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares para trabajar colaborativamente en un entorno virtual (Succar et al., 2012).

Asimismo, se discute cómo estas barreras afectan la capacidad del sector para adoptar estas metodologías, proponiendo estrategias basadas en la colaboración interdisciplinaria, la estandarización y la formación profesional. Finalmente, se presenta la estructura del artículo, que está organizado en las siguientes secciones: la metodología utilizada para el análisis, los resultados obtenidos, la discusión de hallazgos relevantes, y las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

## METODOLOGÍA

El presente estudio se enmarca en una revisión bibliográfica sistemática orientada a identificar las barreras en la interacción entre la Construcción Industrializada (CI) y el Building Information Modeling (BIM). Para la revisión bibliográfica se utilizaron tres bases de datos principales: Scopus, Web of Science y Google Scholar, seleccionadas por su amplia cobertura de revistas académicas y publicaciones científicas relevantes (Wu et al., 2021). Las palabras clave utilizadas incluyeron términos frecuentes en investigaciones relacionadas con CI y BIM, tales como: “IBS” (Industrialized Building System), “Industrialized Construction”, “Modularization”, “Building Information Modeling (BIM)”, “Barriers”, “Prefabrication” y “Offsite Building”. Para delimitar los resultados,

se aplicaron filtros temporales considerando publicaciones entre 2010 y 2023, y se incluyeron artículos en inglés y español.

El proceso de selección y filtrado comenzó con la recuperación inicial de 450 artículos. Estos fueron sometidos a un proceso de depuración en tres etapas: primera, revisión de títulos y resúmenes para evaluar la pertinencia, de la cual resultaron 250 artículos seleccionados; segunda, análisis del texto completo para confirmar su relación directa con el objeto de estudio, del cual quedaron 150 artículos, y tercera, la exclusión de duplicados y estudios que no abordaran específicamente las barreras en la interacción CI-BIM, con la cual la muestra final se redujo a 100 artículos.

Las barreras identificadas en la literatura se categorizaron en cinco factores principales: económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión. Para definir estas categorías se consideró el consenso, determinado en función de la frecuencia y convergencia de los temas señalados por distintos autores en los artículos revisados. Posteriormente, la información extraída fue organizada mediante técnicas de análisis cualitativo, utilizando herramientas como tablas comparativas y matrices de datos

para identificar patrones comunes y divergencias en los resultados informados en la literatura.

Para facilitar la comprensión del proceso, se elaboró un diagrama de flujo que describe de manera visual las fases de la metodología en la Figura 1, desde la búsqueda inicial hasta el análisis final. Este enfoque estructurado permite garantizar el rigor científico y la transparencia en la identificación y análisis de las barreras en la interacción entre CI y BIM.

**Figura 1.** Proceso metodológico para la identificación de barreras en la interacción entre CI y BIM



Fuente: elaboración propia (2023).

## RESULTADOS

En el desarrollo del presente artículo, se aborda inicialmente la identificación de barreras que obstaculizan la interacción entre la CI y el BIM. Tras esta identificación, se procede a una profundización en cada una de estas barreras, categorizándolas en cinco dimensiones esenciales: factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión. Este enfoque se basa en un análisis de convergencia temática en la literatura revisada, permitiendo agrupar barreras específicas bajo categorías más generales que reflejan los aspectos clave de la interacción entre CI y BIM.

La identificación inicial de barreras parte de estudios como el de Rahman (2014), quien clasifica las barreras en siete principales: costo e inversión, experiencia y habilidades, estándares y herramientas, motivación y cultura, mercado de la industria, interfaz y flexibilidad, y proyectos. Otros estudios, como el de Hatem et al. (2021), destacan barreras financieras y de conocimiento, enfatizando en el papel de los actores de los sectores público y privado. Estos puntos en común permiten identificar barreras recurrentes que se organizan en un marco de análisis para facilitar su discusión en torno a CI y BIM.

La transición de las siete barreras iniciales a las cinco categorías se fundamenta en la convergencia de temas comunes. Por ejemplo, las barreras de “costo” y “entrenamiento del personal” se integran en la dimensión de “Factores económicos”, ya que ambas están relacionadas con la inversión y los costos asociados a la implementación. Del mismo modo, las barreras de

“motivación y cultura” se agrupan bajo “Factores culturales”, al abordar aspectos relacionados con la resistencia al cambio y las percepciones de los involucrados. Este proceso se detalla en la Tabla 1, donde se explicitan los factores y las referencias clave que los sustentan.

### Factores comunes de barreras para la interacción CI-BIM

La literatura revisada indica cómo se relacionan la CI y la metodología BIM, por lo que sus barreras también se encuentran definidas para ambas tecnologías. Rahman (2014), respecto de la CI —categorizada como método moderno de construcción— adiciona como barrera las desventajas e identifica siete principales barreras en la implementación. Estas se relacionan con el costo e inversión, experiencia y habilidades, estándares y herramientas, motivación y cultura, mercado de la industria, interfaz y flexibilidad, y los proyectos (Rahman, 2014). En una perspectiva más práctica, el caso de estudio realizado por Hatem et al. (2021) identificó los elementos o barreras más significativos en la implementación de la CI, lo cuales, son el aspecto financiero y el conocimiento del sistema de construcción moderno, además destaca la importancia del rol de los actores de los sectores público y privado para la adopción de la CI. La revisión bibliográfica realizada converge en un común de barreras identificadas por distintos autores (Hatem et al., 2021; He et al., 2021; Ismail, 2021), como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Barreras comunes de CI

Barreras CI	Referencias
Costo	Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Azhar, 2011; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Nawi et al., 2011; Nduka et al., 2019; Rahman, 2014 y Rashid et al., 2019.
Conciencia	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Mohd Amin et al., 2017; Nawi et al., 2011 y Rahman, 2014.
Conocimiento	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Mohd Amin et al., 2017; Nawi et al., 2011; Nduka et al., 2019; Rahman, 2014 y Rashid et al., 2019.
Actitud	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Feldmann et al., 2022; Ibrahim et al., 2020 y Rahman, 2014.
Entrega de proyecto	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Ibrahim et al., 2020 y Jabar et al., 2015.
Trabajadores calificados	Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Ji et al., 2015; Nawi et al., 2011 y Nduka et al., 2019.
Diseño	Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015 y Nduka et al., 2019.

**Fuente:** elaboración propia (2023).

Las investigaciones realizadas coinciden en las barreras de implementación, las cuales tienden a tener puntos en común. Wu et al. (2021) señalan las barreras para implementar BIM en edificios industrializados, donde se identifican 23 barreras asociadas a 5 categorías: relación con las partes interesadas en el proyecto, relación con las fianzas, relación con los empleados, relación con el entorno exterior y relación con el *software*. En otro enfoque, el estudio realizado por Tan et al., (2019) en el cual se abordan barreras de implementación BIM en construcción prefabricada, estas son categorizadas en barreras técnicas, gestión, medio ambiente, financiamiento, normativa y gobernanza. Por otro lado, el estudio realizado por Wuni y Shen (2020) realza las barreras para la CI: de actitud, financieras, de proceso, de conocimiento, estéticas, de la industria, políticas y técnicas.

En otro estudio se identifican factores en función de: prácticas de cambio empresarial

para apoyar el BIM, sustitución de las tecnologías CAD por BIM, inversiones necesarias en *software*, formación y *hardware*, problemas legales relacionados con la fabricación y los diseños múltiples, dificultades para colaborar y compartir información entre los miembros del equipo de proyecto (Mostafa et al., 2020). Para Ahmed et al. (2014), los tres principales obstáculos para aplicar BIM son: disponibilidad del personal calificado, altos costos del *software* y alto costo de implementación de la tecnología BIM.

Es importante precisar que las barreras de implementación tienen un factor común para BIM y CI, con las cuales, según la literatura, se puede construir un marco para ordenar y profundizar la presente investigación. Estas barreras se agrupan en factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión, tal como se presenta en la Figura 2.

**Figura 2.** Factores comunes de barreras para la interacción BIM-CI



**Fuente:** elaboración propia (2023).

## Factores económicos

La implementación de BIM y CI requiere una inversión inicial considerable, que incluye costos relacionados con la adquisición de *software* especializado, equipos tecnológicos avanzados y la capacitación del personal. Estas barreras económicas afectan principalmente a las pequeñas y medianas empresas, que suelen tener limitaciones presupuestarias significativas (Blismas y Wakefield, 2009; Xu et al., 2022). Además, los costos asociados a la contratación de expertos externos para asesorar o liderar la adopción de estas tecnologías pueden resultar prohibitivos, especialmente en mercados altamente competitivos (Tan et al., 2019). Otro aspecto crítico es el costo de oportunidad asociado a la transición de procesos tradicionales hacia metodologías industrializadas y digitalizadas, lo que requiere un compromiso financiero prolongado antes de percibir beneficios tangibles (Mostafa et al., 2020). Estudios recientes también señalan que en contextos donde la rentabilidad se basa en la licitación al menor costo, las empresas enfrentan dificultades para justificar inversiones iniciales significativas en tecnología, capacitación y recursos humanos especializados (Tan et al., 2019; Wuni y Shen, 2020; Xu et al., 2022).

## Factores culturales

En la industria de la construcción, la resistencia al cambio cultural es una barrera profundamente arraigada que afecta la adopción de metodologías innovadoras como BIM y CI. Los profesionales suelen estar acostumbrados a métodos tradicionales y muestran escepticismo hacia las nuevas tecnologías, lo que genera una falta de demanda y aceptación en el sector (Arayici et al., 2012; Yan y Damian, 2008). Además, la falta de estrategias organizacionales claras para fomentar una cultura de cambio agrava este problema, ya que no se brinda suficiente apoyo de las empresas para generar confianza en los beneficios potenciales de estas tecnologías (Chen et al., 2022; Hatem et al., 2018; Lee y Yu, 2016; Wu et al., 2021). Este desafío es especialmente evidente en organizaciones pequeñas y medianas, donde la limitada capacidad de inversión y la falta de personal capacitado intensifican la resistencia cultural. Un estudio sobre la implementación de BIM en pequeñas y medianas empresas en Colombia destaca que la falta de planificación estratégica y recursos tecnológicos contribuye significativamente a esta problemática (Osorio-Gómez et al., 2024).

Además, se observa que los cambios culturales para adoptar BIM y CI deben incluir tanto el desarrollo de habilidades técnicas como una mentalidad colaborativa. Según una investigación reciente, las estrategias de cambio cultural en empresas del sector construcción deben considerar incentivos, capacitación

personalizada y programas de sensibilización que promuevan la confianza y la cooperación entre las partes interesadas (Osorio-Gómez et al., 2020). Superar estas barreras implica desarrollar programas estratégicos que incluyan incentivos, la implementación de mejores prácticas y el establecimiento de políticas claras que fomenten una cultura organizacional orientada al cambio tecnológico (Lee y Yu, 2016).

## Factores de tecnología

La implementación de BIM y CI enfrenta desafíos significativos relacionados con la tecnología, y la interoperabilidad limitada entre *software* es una de las barreras más críticas. Esta dificultad genera pérdida de datos y falta de integración fluida entre diferentes plataformas tecnológicas, lo que afecta directamente la eficiencia del diseño y la construcción en entornos industrializados (Chan et al., 2019; Li et al., 2019). La interoperabilidad insuficiente no solo ralentiza los procesos, sino que también aumenta los costos operativos y reduce la eficacia en la toma de decisiones colaborativas (Siebelink et al., 2021).

Además, la falta de talento capacitado en el uso de herramientas tecnológicas modernas es otro desafío recurrente en la industria. La literatura señala que la ausencia de programas de formación específicos y la limitada disponibilidad de cursos de capacitación obstaculizan la transferencia de conocimientos y la adopción tecnológica en los niveles tanto operativos como directivos de las organizaciones (Ji et al., 2015; Wu et al., 2021). La necesidad de personal altamente especializado se combina con una baja oferta de formación en competencias digitales y manejo de *software* avanzado, lo que dificulta la implementación de estas metodologías en proyectos de CI (Leśniak et al., 2021).

Por otro lado, el costo asociado a la adquisición de *software* compatible y la actualización de sistemas existentes supone un obstáculo adicional, especialmente para pequeñas y medianas empresas con recursos limitados. Superar estas barreras tecnológicas requiere inversiones estratégicas en herramientas interoperables, programas de capacitación continua, y un enfoque colaborativo que fomente la estandarización de los procesos tecnológicos en toda la cadena de valor (Chan et al., 2019; Wu et al., 2021).

## Factores normativos

La ausencia de estándares y regulaciones claras para la implementación de BIM y CI constituye una barrera significativa en la adopción de estas metodologías. La falta de políticas gubernamentales específicas que promuevan la estandarización y regulaciones claras sobre la propiedad intelectual, los seguros y los contratos dificulta su integración en proyectos de construcción (Chan et al., 2019;

Mohammad et al., 2014). En países donde no existen códigos normativos específicos, las empresas enfrentan mayores costos asociados al rediseño de proyectos y problemas relacionados con el mantenimiento y operación, lo que incrementa el costo total del proyecto (Tan et al., 2019; Wu et al., 2021). Este vacío normativo también limita la colaboración entre los actores del sector, ya que no se establecen directrices claras que faciliten el intercambio de información y la interoperabilidad tecnológica.

Por otro lado, se observa que en países con regulaciones avanzadas, como Inglaterra y Estados Unidos, se han logrado avances significativos en la implementación de BIM y CI gracias a la existencia de estándares obligatorios y bien definidos (Olanrewaju et al., 2020). Estos estándares no solo proporcionan un marco técnico, sino que también generan confianza en los actores del sector, lo que incentiva su adopción. En contextos donde las normativas son débiles, es fundamental el desarrollo de códigos y regulaciones adaptados a las realidades locales para garantizar una implementación efectiva y sostenible de estas metodologías.

### Factores de gestión

La gestión inadecuada dentro de las organizaciones representa una barrera crítica para la implementación efectiva de BIM y CI. Una de

las principales dificultades es la falta de apoyo de la alta dirección, lo que impide asignar los recursos necesarios para capacitar al personal, adoptar tecnologías innovadoras y reorganizar los procesos internos (Méndez Álvarez, 2019; Wu et al., 2021). Este problema se agrava cuando las estructuras organizacionales no están diseñadas para soportar la integración de estas metodologías, como la inexistencia de departamentos específicos encargados de liderar su implementación o coordinar los esfuerzos entre las diferentes áreas de la empresa (Chan et al., 2019).

Además, la baja motivación de los actores involucrados es otra barrera significativa, ya que la falta de incentivos y la resistencia a cambiar las prácticas tradicionales inhiben las actitudes positivas hacia BIM y CI (Tan et al., 2019). En muchos casos, las partes interesadas no comprenden los beneficios a largo plazo de estas metodologías, lo que reduce su disposición a adoptar nuevas prácticas y dificulta la alineación de los objetivos del proyecto con los principios de BIM y CI. Superar estas barreras requiere un compromiso claro de la alta dirección, junto con la creación de estructuras organizacionales adecuadas y la implementación de estrategias de motivación que incluyan incentivos económicos y no económicos, capacitaciones periódicas y la promoción de una cultura organizacional orientada al cambio tecnológico (Lee y Yu, 2016).

## DISCUSIÓN

Las barreras comunes para la incorporación de BIM y CI, en general, se manifiestan como factores interrelacionados que deben tratarse como variables dependientes en el análisis de su impacto en proyectos de construcción. Estas variables están influenciadas por factores como los costos asociados al *hardware* y *software*, la resistencia cultural al cambio y la falta de conocimientos técnicos, lo que las convierte en indicadores clave para evaluar la efectividad de estrategias de adopción (Mishra et al., 2024; Alverinaldo et al., 2024). La literatura señala que estos factores están profundamente vinculados al contexto económico y cultural de los países, lo que justifica la necesidad de abordar las barreras con una perspectiva adaptativa y contextualizada (Roseli et al., 2024).

La resistencia al cambio emerge como una de las barreras prevalentes en la adopción de las tecnologías BIM y CI. Esto se debe, en parte, a la falta de conocimiento sobre los beneficios tangibles de estas tecnologías y a la dificultad de modificar prácticas tradicionales de trabajo (Alverinaldo et al., 2024). Para superar este obstáculo es imperativo no solo formar profesionales capacitados, sino también promover

programas de sensibilización que expliquen claramente los beneficios y las oportunidades que BIM y CI ofrecen en términos de eficiencia, sostenibilidad y calidad del proyecto. Adicionalmente, las colaboraciones entre el ámbito académico y las empresas se presentan como una estrategia clave para generar beneficios mutuos. Estas colaboraciones pueden incluir la creación de estándares comunes, el desarrollo de programas de capacitación conjuntos y la realización de proyectos piloto que permitan demostrar la viabilidad y efectividad de estas metodologías (Mishra et al., 2024).

En cuanto a los factores de gestión, se destaca que la falta de apoyo de la dirección de las organizaciones limita significativamente la integración de BIM y CI. Esta problemática se ve exacerbada por la baja adopción tecnológica en la cadena de suministro y la falta de estandarización en las regulaciones gubernamentales, como se evidencia en estudios realizados en Malasia e India (Roseli et al., 2024; Mishra et al., 2024). La gestión reactiva y restrictiva, en lugar de proactiva y colaborativa, inhibe el potencial de estas metodologías para transformar la industria. Es crucial fomentar una integración

temprana de todos los actores involucrados en el proyecto, asegurando que los objetivos y beneficios de BIM y CI sean comprendidos y compartidos desde las primeras etapas del diseño y la planificación.

Las estrategias para abordar estas barreras deben ser holísticas e incluir: la reducción de

costos tecnológicos mediante subsidios o programas de financiación; la promoción de una cultura organizacional orientada a la innovación, y la mejora de la colaboración intersectorial. Solo mediante un enfoque integrado se podrán superar las barreras y maximizar los beneficios de BIM y CI en la industria de la construcción.

## CONCLUSIONES

BIM y CI se posicionan como metodologías clave para abordar los retos de la industria de la construcción, caracterizada por proyectos fragmentados, logísticas complejas y constantes modificaciones en obra que generan retrasos y sobrecostos. La transformación hacia una modalidad constructiva más eficiente y sostenible depende de la superación de barreras identificadas en este estudio, destacando la importancia de los factores normativos y de gestión como pilares para impulsar su adopción.

La colaboración entre los diferentes actores del sector se presenta como una estrategia esencial para facilitar la implementación de estas metodologías. El desarrollo de normativas claras, la estandarización de procesos y el fortalecimiento de la gestión organizacional son elementos que deben abordarse de manera prioritaria. Además, la validación de los beneficios asociados a BIM y CI es crucial para generar confianza tanto en las empresas como en los organismos gubernamentales. Este punto puede ser impulsado mediante colaboraciones entre el ámbito académico y empresarial, promoviendo investigaciones prácticas y demostrativas que evidencien los beneficios en productividad, sostenibilidad y eficiencia.

Sin embargo, este estudio tiene limitaciones que deben ser consideradas. Primero, se centra

principalmente en una revisión bibliográfica, lo que implica que las barreras identificadas reflejan un análisis general y no están contextualizadas en un caso específico. Segundo, no se realiza una evaluación cuantitativa de los impactos de estas barreras en proyectos reales, lo que sería un enfoque valioso para futuras investigaciones.

En futuras líneas de trabajo, será esencial analizar cómo interactúan los diferentes factores que albergan las barreras, evitando abordarlos de forma aislada. Además, será importante considerar estudios empíricos que permitan validar sistemáticamente la capacidad de BIM y CI para mejorar la productividad y otros indicadores clave de desempeño en la industria de la construcción.

Este estudio proporciona un marco inicial para comprender los desafíos y factores que influyen en la adopción de BIM y CI, y constituye un insumo para planificar estrategias de implementación que eviten que estas barreras se conviertan en obstáculos insuperables. La persistencia y la colaboración son esenciales para que la industria de la construcción evolucione y alcance niveles de productividad comparables con los de otros sectores que han logrado innovar exitosamente.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo se origina en una investigación realizada en la Facultad de Arquitectura, Construcción y Medio Ambiente, de la Universidad Autónoma de Chile.

Las contribuciones de los autores a este trabajo se distribuyen de la siguiente manera: Ítalo Sepúlveda-Solari, concepción del estudio, recolección y análisis de datos; Sebastián Sarmiento-Herrera, recolección y análisis de datos, y Gabriela Peterssen-Soffia,

interpretación de los resultados y revisión. Los autores declaran no tener conflictos de interés relevantes en relación con la investigación aquí presentada.

Se extienden agradecimientos a las estudiantes de Ingeniería en Construcción de la Universidad Autónoma de Chile, Danae Sepúlveda y Francisca Peña, por su invaluable apoyo y asistencia en el desarrollo de este estudio.

## REFERENCIAS

- Ahmed, S., Heman, H., y Farrell, P. (2014). *Barriers to BIM/4D implementation in Qatar*. 1st Int'l Conference on Smart, Sustainable and Healthy Cities (pp. 533-547). <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4990.4164>
- Akmam Syed Zakaria, S., Gajendran, T., Rose, T., y Brewer, G. (2018). Contextual, structural and behavioural factors influencing the adoption of industrialised building systems: a review. *Architectural Engineering and Design Management*, 14(1-2), 3-26. <https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1291410>
- Ali, M., Haslinda Abas, N., Mohd Affandi, H., y Ain Abas, N. (2018). Factors impeding the industrialized building system (IBS) implementation of building construction in Malaysia. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 2209. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.17863>
- Alverinaldo, M., Setiawan, A., Nugroho, B., Teoritis, J., Bidang, T., Sipil, R., y Alverinaldo, A. (2024). Analysis of factors inhibiting the implementation of Building Information Modeling (BIM) in construction projects. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 12(2), 7984. <https://doi.org/10.33558/bentang.v12i2.7984>
- Al-Zwainy, F. M., y Amer, R. (2016). Investigation cost deviation of highway project. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 11, 843-855. <https://doi.org/10.19026/rjaset.13.3426>
- Arayici, Y., Egbu, C., y Coates, P. (2012). Building Information Modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques. *Journal of Information Technology in Construction*, 17, 75-92. [http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2012\\_5](http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2012_5)
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., y Brown, S. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf>
- Blismas, N., y Wakefield, R. (2009). Drivers, constraints and the future of offsite manufacture in Australia. *Construction Innovation*, 9(1), 72-83. <https://doi.org/10.1108/14714170910931552>
- Chan, D. W. M., Olawumi, T. O., y Ho, A. M. L. (2019). Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*, 25, 100764. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100764>
- Chen, L. K., Yuan, R. P., Ji, X. J., Lu, X. Y., Xiao, J., Tao, J. B., Kang, X., Li, X., He, Z. H., Quan, S., y Jiang, L. Z. (2021). Modular composite building in urgent emergency engineering projects: A case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic. *Automation in Construction*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103555>
- Chen, Y., Cai, X., Li, J., Zhang, W., y Liu, Z. (2022). The values and barriers of Building Information Modeling (BIM) implementation combination evaluation in smart building energy and efficiency. *Energy Reports*, 8, 96-111. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.03.075>
- Dixit, S. (2021). Impact of management practices on construction productivity in Indian building construction projects: An empirical study. *Organization, Technology and Management in Construction*, 13(1), 2383-2390. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2021-0007>
- Dixit, S., Mandal, S. N., Thanikal, J. v., y Saurabh, K. (2019). Evolution of studies in construction productivity: A systematic literature review (2006-2017). *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 555-564. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.10.010>
- Feldmann, F. G., Birkel, H., y Hartmann, E. (2022). Exploring barriers towards modular construction – A developer perspective using fuzzy DEMATEL. *Journal of Cleaner Production*, 367, 133023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133023>

- Hadi, N. A., Muhamad, W. M. N. W., y Othman, M. K. F. (2017). Critical factors of implementing Industrialised Building System in Sarawak: A research on SMEs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 67, 012006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/67/1/012006>
- Hatem, W. A., Abd, A. M., y Abbas, N. N. (2018). Barriers of adoption Building Information Modeling (BIM) in construction projects of Iraq. *Engineering Journal*, 22(2), 59-81. <https://doi.org/10.4186/ej.2018.22.2.59>
- Hatem, Z. M., Alsamarraie, M. M., Flaih, A.Y., y Oda, A. M. (2021). Barriers to the adoption of Industrialized Building System in Iraqi Construction Industry. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 33(3), 30-42. <https://doi.org/10.21271/ZJPAS.33.3.4>
- He, R., Li, M., Gan, V. J. L., y Ma, J. (2021). BIM-enabled computerized design and digital fabrication of industrialized buildings: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 278. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123505>
- Ibrahim, M. N. I., Hamid, A. R. A., y Mohammed, Z. (2020). Welfare facilities implementation at construction sites in Malaysia. *Proceeding of Civil Engineering UTM*, 5(1), 81-93. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11747.17440>
- Ismail, Z. A. (2021). Implementation of BIM technology for knowledge transfer in IBS building maintenance projects. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(1), 115-134. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-02-2018-0022>
- Jabar, I. I., Ismail, F., y Aziz, A. R. A. (2015). Public Participation: Enhancing Public Perception towards IBS Implementation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 168, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.210>
- Ji, Y. B., Wang, X. S., Qi, Y., Yao, F. Y., y Wang, Y. W. (2015). Research on the technology integration of Building Industrialization Based on BIM Technology. En M. Xu y G. Wang (Eds.), *Proceedings of the 2015 International conference on Applied Science and Engineering Innovation* (pp. 364-371). <https://doi.org/10.2991/asei-15.2015.77>
- Lacey, A. W., Chen, W., Hao, H., y Bi, K. (2020). Effect of inter-module connection stiffness on structural response of a modular steel building subjected to wind and earthquake load. *Engineering Structures*, 213. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110628>
- Lee, S., y Yu, J. (2016). Comparative Study of BIM Acceptance between Korea and the United States. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(3), 05015016. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001076](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001076)
- Leśniak, A., Górka, M., y Skrzypczak, I. (2021). Barriers to bim implementation in architecture, construction, and engineering projects—the Polish study. *Energies*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/en14082090>
- Li, X., Shen, G. Q., Wu, P., y Yue, T. (2019). Integrating Building information modeling and prefabrication housing production. *Automation in Construction*, 100, 46-60. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.024>
- Méndez Álvarez, C. E. (2019). Elementos para la relación entre cultura organizacional y estrategia. *Universidad & Empresa*, 21(37), 136. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.7681>
- Mishra, A., Hasan, A., y Jha, K. (2024). A holistic evaluation of BIM implementation barriers in the Indian construction industry: Pre- and post-adoption perspectives. *International Journal of Construction Education and Research*, 20, 358-380. <https://doi.org/10.1080/15578771.2024.2320108>
- Mohammad, M. F., Shukor, A. S. A., Mahbub, R., y Halil, F. M. (2014). Challenges in the integration of supply chains in IBS project environment in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 153, 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.039>
- Mohd Amin, M. A., Abas, N. H., Shahidan, S., Rahmat, M. H., Suhaini, N. A., Nagapan, S., y Abdul Rahim, R. (2017). A review on the current issues and barriers of Industrialised Building System (IBS) adoption in Malaysia's construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 271, 012031. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/271/1/012031>

- Mostafa, S., Kim, K. P., Tam, V. W. Y., y Rahnamayiezekavat, P. (2020). Exploring the status, benefits, barriers and opportunities of using BIM for advancing prefabrication practice. *International Journal of Construction Management*, 20(2), 146-156. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484555>
- Nawi, M. M., Lee, A., y Nor, K. M. (2011). Barriers to implementation of the industrialised building system (IBS) in Malaysia. *The Built & Human Environment Review*, 4(2), 34-37. <https://repo.uum.edu.my/id/eprint/10230/>
- Nduka, D. O., Fagbenle, O. I., Ogunde, A., y Afolabi, A. (2019). Critical success factors (CSFs) influencing the implementation of industrialized building Systems (IBS) in Nigeria. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 640(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/640/1/012012>
- Olanrewaju, O. I., Chileshe, N., Babarinde, S. A., y Sandanayake, M. (2020). Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10), 2931-2958. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0042>
- Osorio-Gómez, C. C., Amariles-López, C. C., Herrera, R. F., y Pellicer, E. (2024). *BIM implementation in small and medium-sized companies in the Colombian construction sector*. *Construction Research Congress 2024* (pp. 570-579). <https://doi.org/10.1061/9780784485286.057>
- Osorio-Gómez, C.-C., Moreno-Falla, M.-J., Ospina-Alvarado, A., y Ponz-Tienda, J.-L. (2020). Lean construction and BIM in the value chain of a construction company: A case study. En *Construction Research Congress 2020: Project Management and Controls, Materials, and Contracts* (pp. 79-86). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784482889.039>
- Rahman, M. M. (2014). Barriers of implementing modern methods of construction. *Journal of Management in Engineering*, 30(1), 69-77. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000173](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000173)
- Rashid, I. A., Hamid, A. R. A., Zainudin, A. M., y Hatem, Z. M. (2019). Unethical behaviour among professional in the Malaysian construction industry. *Proceeding of Civil Engineering UTM*, 4(1), 126-132. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26441.26722>
- Ribeirinho, M. J., Mischke, J., Strube, G., Sjödin, E., Blanco, J. L., Palter, R., Biörck, J., Rockhill, D., y Andersson, T. (2020). *The next normal in construction*. McKinsey & Company. [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/executive-summary\\_the-next-normal-in-construction.pdf](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/executive-summary_the-next-normal-in-construction.pdf)
- Roseli, F., Abas, N., Ibrahim, N., y Ta'at, N. (2024). Barriers of Building Information Modelling (BIM) implementation: Current perspectives of construction stakeholders in Johor, Malaysia. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*. <https://doi.org/10.33736/jcest.5771.2024>
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M., y Adriaanse, A. (2021). Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. *Frontiers of Engineering Management*, 8(2), 236-257. <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0088-2>
- Succar, B., Sher, W., y Williams, A. (2012). Measuring BIM performance: Five metrics. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), 120-142. <https://doi.org/10.1080/17452007.2012.659506>
- Tan, T., Chen, K., Xue, F., y Lu, W. (2019). Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach. *Journal of Cleaner Production*, 219, 949-959. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.141>
- Volk, R., Stengel, J., y Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109-127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Wu, P., Jin, R., Xu, Y., Lin, F., Dong, Y., y Pan, Z. (2021). The analysis of barriers to BIM implementation for industrialized building construction: A China study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(1), 1-13. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14105>
- Wuni, I. Y., y Shen, G. Q. (2020). Barriers to the adoption of modular integrated construction: Systematic review and meta-analysis, integrated conceptual framework, and strategies. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119347. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119347>

- Xu, H., Chang, R., Dong, N., Zuo, J., y Webber, R. J. (2022). Interaction mechanism of BIM application barriers in prefabricated construction and driving strategies from stakeholders' perspectives. *Ain Shams Engineering Journal*, 101821. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101821>
- Yan, H., y Damian, P. (2008). *Benefits and barriers of building information modelling*. 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. [https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference\\_contribution/Benefits\\_and\\_barriers\\_of\\_building\\_information\\_modelling/9437141?file=17058548](https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference_contribution/Benefits_and_barriers_of_building_information_modelling/9437141?file=17058548)
- Zabihi, H., Habib, F., y Mirsaedie, L. (2013). Definitions, concepts and new directions in Industrialized Building Systems (IBS). *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(6), 1199-1205. <https://doi.org/10.1007/s12205-013-0020-y>

