

Impacto social de las dificultades encontradas en la adopción del BIM en empresas constructoras en Perú

Jorge Pablo Aguilar Zavaleta^{1*}

¹ Escuela de Posgrado. Universidad César Vallejo. Perú.

*Autor para correspondencia: Jorge Pablo Aguilar Zavaleta, joaguilarz@ucvvirtual.edu.pe

(Recibido: 15-02-2024. Publicado: 15-03-2024.)

DOI: 10.59427/rcli/2024/v24cs.1470-1479

Resumen

El modelo de información de construcción (BIM por sus siglas en inglés) ha demostrado ser una herramienta valiosa en la industria de la construcción, sin embargo, la metodología de Modelado de Información de Construcción (BIM, por sus siglas en inglés) ha ganado popularidad en todo el mundo debido a los beneficios que ofrece en términos de eficiencia, calidad y mejora en el ciclo de vida de un proyecto de construcción. Sin embargo, su adopción no ha sido tan rápida ni fácil para todas las empresas constructoras, especialmente en países en vías de desarrollo como Perú. En este artículo, se explorarán las dificultades específicas que enfrentan las empresas constructoras peruanas al intentar implementar BIM en sus proyectos con lo cual se genera un impacto social. El sistema BIM en el Perú es novedad, por lo cual las empresas constructoras y sus técnicos aún se encuentran en su mayoría más del 65 % desconociendo el concepto e implementación del BIM, este artículo pretende conocer las dificultades reales para proporcionar alternativas con miras a la obligatoriedad en el 2030.

Palabras claves: Modelo de información de construcción, BIM, dificultades, implementación, empresas constructoras, Perú.

Abstract

Building information modeling (BIM) has proven to be a valuable tool in the construction industry, however, Building Information Modeling (BIM) methodology has gained popularity throughout the world due to the benefits it offers in terms of efficiency, quality and improvement in the life cycle of a construction project. However, its adoption has not been as fast or easy for all construction companies, especially in developing countries like Peru. This article will explore the specific difficulties that Peruvian construction companies face when trying to implement BIM in their projects, thereby generating a social impact. The BIM system in Peru is new, which is why the majority of construction companies and their technicians are still more than 65 % unaware of the concept and implementation of BIM. This article aims to know the real difficulties in providing alternatives with a view to to be mandatory in 2030.

Keywords: Construction information model, BIM, difficulties, implementation, construction companies, Peru.

1. Introducción

El modelo de información de construcción (BIM) es un enfoque colaborativo para la planificación, diseño, construcción y gestión de proyectos de construcción. Permite a los diferentes actores de un proyecto trabajar en equipo y compartir información en tiempo real. Aunque BIM ha ganado popularidad en todo el mundo, su implementación en empresas constructoras en Perú ha enfrentado desafíos importantes. Según la investigación presentada por Joanna Hull, Ian J. Ewart, (2020), en su publicación: “Conservation data parameters for BIM-enabled heritage asset management”, fundamenta que, conociendo a profundidad los conceptos clave del BIM como modelado paramétrico, formulación de bases de datos y gestiones de información estructurada, estas bases podrían ofrecer enormes beneficios y eficiencias al entorno construido en la operación y mantenimiento en la fase (O&M) del ciclo de vida de un edificio (ciclo de vida BIM), como la gestión de activos, y particularmente en la programación de conservación, reparación y mantenimiento (CRM). A pesar de estos beneficios potenciales, también considera barreras conocidas para la implementación general del ciclo de vida BIM, en particular la identificación de información crítica, se busca establecer un marco de datos parámetros, limitados específicamente a la gestión de activos basados en BIM; todos estos lineamientos deben estar cuidadosamente alineados con una filosofía BIM para una implementación exitosa. Los principales desafíos y hallazgos Los aspectos de esta investigación deben tenerse en cuenta al desarrollar una guía para la implementación de la propuesta basado en BIM.

Otra investigación presentada por Mohamed Adela, (2022), en su publicación: “Integration of Building Information Modeling (BIM) and Virtual Design and Construction (VDC) with Stick-Built Construction to Implement Digital Construction: A Canadian General Contractor’s Perspective”, La tecnología de construcción digital es el uso de un modelo generado por computadora para simular la planificación, el diseño, la construcción y la operación de una instalación durante todo el ciclo de vida de un proyecto, una tecnología que permite a los usuarios crear una simulación visual de un proyecto con un prototipo digital de un edificio previo a su construcción. En la facilitación de la tecnología de construcción digital, han surgido y se han desarrollado el modelado de información de construcción (BIM) y el diseño y construcción virtuales (VDC) para satisfacer las necesidades de la industria. Desde que se propusieron por primera vez a principios de la década de 2000, BIM y VDC son las principales tecnologías utilizadas actualmente para lograr la implementación de la construcción digital. La implementación de BIM/VDC en proyectos de construcción puede hacer que la industria sea más eficiente y flexible en la gestión de proyectos. Sin embargo, la implementación de BIM y VDC todavía enfrenta problemas, como la adopción. Lograr un aumento en la aplicación de tecnologías BIM y VDC en proyectos de construcción reales e impulsar su desarrollo es una búsqueda que requiere atención. Muchos estudios de caso han demostrado que la aplicación de la tecnología BIM/VDC podría generar no sólo más márgenes de beneficio para los contratistas, sino también ventajas no financieras para la sociedad (por ejemplo, conservación de recursos no renovables, reducción de la contaminación, etc.). Por tanto, la industria de la construcción no debería ser la única responsable de la introducción, aceptación y promoción de estas nuevas tecnologías; muchos otros partidos necesitan brindar apoyo (por ejemplo, el gobierno, etc.). Con más apoyo de diferentes campos, la adopción de la tecnología puede experimentar un desarrollo mejor y más rápido. Es necesario investigar qué partes deberían participar en la promoción del uso de estas tecnologías y los métodos mediante los cuales colaboran.

Los conceptos y la implementación BIM son desde donde se les miré retos que hay que asumir, el éxito o no depende de la planificación, según la publicación de Antwi-Afari, M. F., Li, H., Pärn, E. A., & Edwards, D. J. (2018): “Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review”, dice que: una gran cantidad de estudios exponen las virtudes de la implementación de BIM a lo largo de todo el ciclo de vida de un desarrollo. Sin embargo, la implementación de BIM ha sido lenta, especialmente entre las pequeñas y medianas empresas, muchas soluciones a una implementación deficiente se han centrado en cuestiones técnicas (como: interoperabilidad del software, costo del software y capacitación de los empleados) o cuestiones no técnicas (tales como: incertidumbres legales, cambios culturales, interrupción en el flujo de trabajo, entrega de proyectos y contratos; sin embargo, resolver estos problemas requiere un conocimiento más profundo y rico de los factores críticos de éxito (CSF) utilizados para medir la implementación exitosa de BIM. De Hornby et al., la implementación es el proceso de poner en práctica una decisión o un plan. Según Rockart, los CSF podrían definirse como: “pocas áreas de actividad clave donde se obtienen resultados favorables. son absolutamente necesarios para que un gerente alcance sus objetivos.” Martín coincide con esta definición y reitera el papel fundamental que tienen los CSF en la toma de decisiones de gestión. Por lo tanto, los CSF representan una herramienta para categorizar y evaluar objetivos estratégicos en las organizaciones de gestión, así como para medir los resultados y actividades organizacionales, al combinar estos términos, los CSF para la implementación de BIM se pueden definir como un conjunto de áreas clave y resultados de medición que impulsan a todos los profesionales clave a cambiar de la ejecución tradicional de proyectos utilizando el diseño asistido por computadora (CAD) orientado a objetos a una implementación exitosa. implementar BIM de forma colaborativa desde la etapa inicial de diseño hasta la etapa de gestión de instalaciones. Un punto crítico para incorporar BIM dentro de nuestras organizaciones lo podemos encontrar la publicación de Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., Rahmawati, Y., Amran, Y. H. M., Sabah, S. H. A., Rafindadi, A. D. u., & Mikić, M. (2020). En su publicación “BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia”.

Aquí establece que, la implementación del Modelado de información de construcción (BIM) se considera una realidad desalentadora porque la mayoría de los actores de la construcción no conocen los beneficios potenciales de la tecnología. El conocimiento de los beneficios de BIM y su implementación podría aumentar significativamente la productividad y el rendimiento del proyecto. Los resultados revelaron que la mayoría de las empresas constructoras carecen de conocimiento sobre la tecnología BIM. El análisis estadístico mostró que la productividad, el tiempo, el costo, los conflictos y la comunicación son los beneficios BIM más importantes que preocuparon a los participantes. Por otro lado, los factores impulsores de la implementación se identificaron como confianza, respeto, compromiso, participación temprana y conocimiento. También se encuentra que existe una relación significativa entre los beneficios de BIM y su implementación. Las barreras de adopción BIM son múltiples como todo proceso tecnológico, según Cesnik, J., Zibert, M., Lah, M., & Skalja, M. (2019). En su publicación: "Required model content and information workflows enabling proficient BIM usage". Experimentó que, a través de varios proyectos BIM de túneles y rascacielos a gran escala en los últimos cuatro años, los ingenieros de Elea iC han identificado dos barreras de desarrollo cruciales para el uso avanzado y competente de BIM. El primero es organizar los modelos BIM: estructura interna del modelo, información requerida en los modelos y cómo se escribe esta información en los modelos. La segunda barrera es el establecimiento de flujos de trabajo de información cruciales para lograr resultados prácticos valiosos.

La exploración del contenido del modelo requerido y su organización junto con los flujos de trabajo de datos son, por tanto, los objetivos principales de este artículo. Era necesaria una mejora incremental de un proyecto a otro para proporcionar una base de referencia muy necesaria para los datos cruciales del proyecto que hacen posible el modelado BIM 4D, 5D y 6D. Se desarrolló una estructura de base de datos para las propiedades del modelo, desde la cual se pueden insertar propiedades consistentes en todos los modelos BIM del proyecto. Esto proporciona un estándar interno unificado que garantiza el nivel correcto de modelado de información. Al mismo tiempo, también se desarrollaron flujos de trabajo esenciales para la implementación, el modelado, el intercambio de datos y la gestión de la información BIM. Se utilizó software BIM estándar para crear los modelos base, pero fue necesaria la colaboración con otros desarrolladores de software y la adaptación de sus soluciones para lograr los resultados deseados de los análisis BIM avanzados. A medida que más y más clientes requieren soluciones BIM avanzadas para sus proyectos, descuidar el desarrollo e implementación de nuevas formas de utilizar BIM disminuirá la capacidad de las empresas. potencial en el mercado a largo plazo. Este documento demuestra que BIM, junto con bases de datos que incluyen requisitos de contenido de modelos estándar y flujos de trabajo de información, pueden proporcionar una solución creíble para la gestión competente de datos de proyectos en la industria de la construcción. Por lo tanto, BIM no debe verse como una herramienta poco práctica que sólo requiere gastos adicionales, sino como un sistema que necesita un desarrollo interno de la empresa para ser utilizado y aprovechado adecuadamente. La implementación del Building Information Modeling (BIM) en el sector de la construcción en Perú ha sido muy lenta y desafiante. A pesar de los beneficios potenciales que ofrece, muchas empresas constructoras enfrentan dificultades para adoptar esta metodología. El objetivo de este artículo científico es analizar y entender las principales dificultades que enfrentan las empresas constructoras en Perú al implementar el BIM, utilizando una metodología que combina entrevistas a expertos, revisión de literatura científica y análisis de casos de estudio.

2. Bases teóricas de la investigación

El mundo de la construcción está experimentando una transformación digital sin precedentes, y el Building Information Modeling (BIM) se ha posicionado como una herramienta clave en este proceso. Sin embargo, a pesar de sus indiscutibles beneficios, muchas empresas constructoras aún enfrentan dificultades para adoptar plenamente esta tecnología revolucionaria. Consideremos el desarrollo del BIM en la siguiente secuencia profunda:

1. Décadas de 1950 y 1960: Los primeros pasos

- Décadas de desarrollo de software y tecnología de diseño asistido por computadora (CAD) sientan las bases para el BIM.
- Se comienza a utilizar sistemas de CAD 2D.

2. Décadas de 1970 y 1980: Avances en CAD

- Aparecen software de CAD 3D que permiten modelado tridimensional.
- Los diseñadores comienzan a adoptar el modelado 3D para visualización y análisis.

3. Década de 1990: Surgimiento del término "BIM"

- El término "Building Information Modeling" (BIM) comienza a utilizarse para describir la creación y gestión de modelos digitales de edificios.
- Autodesk lanza el software Revit, uno de los primeros programas BIM.

4. Principios del siglo XXI: Adopción generalizada

- El uso de BIM se generaliza en la industria de la construcción.
- Se establecen estándares y protocolos BIM, como el BuildingSMART International.

5. Década de 2010: Madurez de BIM

- BIM se convierte en una práctica estándar en proyectos de construcción en todo el mundo.
- Se desarrolla y adoptan estándares de intercambio de datos, como IFC (Industry Foundation Classes).

6. Década de 2020: BIM y la digitalización

- La digitalización de la industria de la construcción se acelera, impulsada por la pandemia y la necesidad de colaboración a distancia.
- Se integra la tecnología BIM con IoT, IA y la nube para mejorar la toma de decisiones y la eficiencia en la construcción.

7. Futuro: BIM y la construcción sostenible

- Se espera que BIM desempeñe un papel crucial en la construcción sostenible y la reducción de la huella de carbono en la industria.
- La tecnología BIM continuará evolucionando con la introducción de nuevas herramientas y capacidades.

En las figuras 1,2 y 3 se aprecia la cronología, teorías y fases BIM.

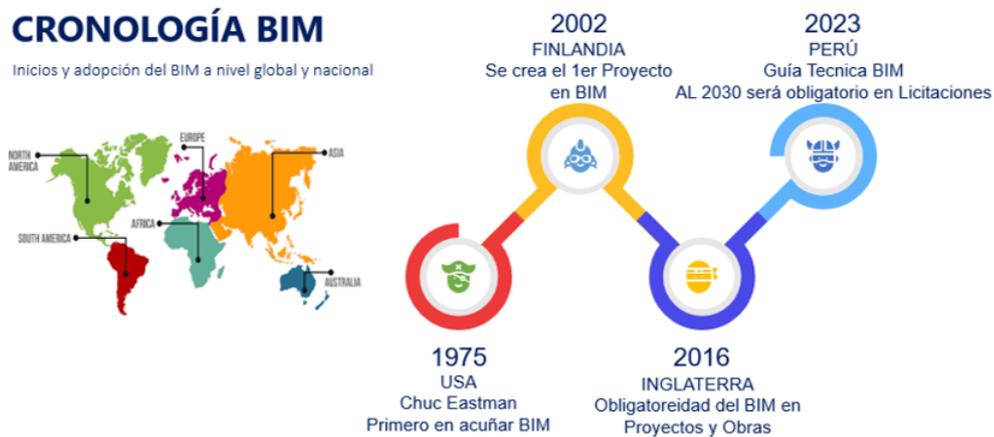


Figura 1: Cronología BIM.



Figura 2: Teorías BIM.

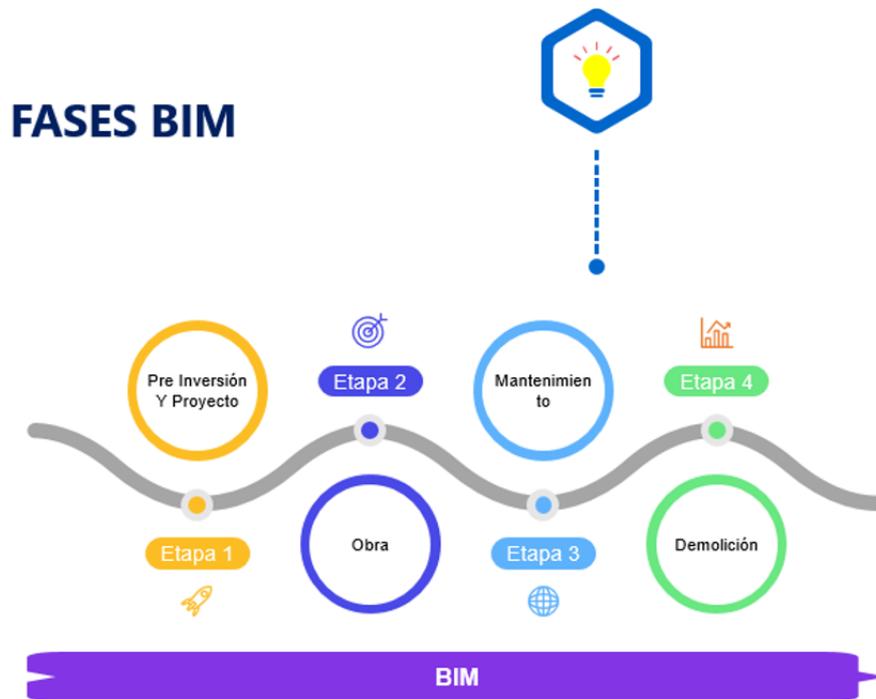


Figura 3: Fases BIM.

¿Cuáles son las principales barreras que impiden la adopción del BIM en el sector de la construcción? Vamos a explorar algunas de ellas y cómo superarlas:

2.1. Falta de conocimiento y capacitación adecuada

La falta de conocimiento sobre los beneficios y el potencial del BIM es una de las principales razones por las que muchas empresas constructoras no lo adoptan, muchas empresas no cuentan con profesionales con experiencia en BIM, lo que dificulta la comprensión de los conceptos, herramientas y procesos necesarios para su correcto uso. La falta de programas educativos especializados en BIM en las universidades peruanas públicas y privadas también contribuyen a esta brecha de conocimiento especializado.

Es fundamental invertir en capacitación y concienciación para ayudar a los profesionales a comprender cómo el BIM puede mejorar la eficiencia, reducir errores y minimizar costos. Es fundamental que las empresas constructoras inviertan en la capacitación de su personal en BIM. Esto puede incluir la contratación de consultores especializados en BIM, la organización de cursos de formación internos o la participación en programas de capacitación externos. Además, es importante fomentar una cultura de aprendizaje continuo para que los empleados estén actualizados en las últimas tendencias y tecnologías de construcción.

2.2. Resistencia al cambio

El cambio siempre puede generar resistencia dentro de las organizaciones. Algunos profesionales pueden sentirse amenazados por la introducción del BIM, temiendo que sus habilidades se vuelvan obsoletas o que su trabajo sea reemplazado por la tecnología. Es crucial fomentar una cultura organizacional abierta al cambio y proporcionar apoyo emocional durante el proceso de transición. Muchos trabajadores están acostumbrados a métodos tradicionales de construcción y pueden ver la implementación de BIM como una amenaza a sus habilidades o una carga adicional de trabajo, convencer a estos profesionales de los beneficios y oportunidades que ofrece BIM puede ser un desafío, y requiere de una estrategia de comunicación sólida y una demostración concreta de los resultados positivos que se pueden obtener. Por este motivo, las empresas deben realizar una evaluación exhaustiva de su infraestructura tecnológica actual y determinar las necesidades necesarias para implementar efectivamente BIM. Esto puede incluir la adquisición de software y hardware compatibles con BIM, la actualización de sistemas operativos y la mejora de las conexiones a Internet. Además, es importante establecer un presupuesto adecuado para invertir en tecnologías y asegurar su mantenimiento y actualización continua.

2.3. Inversión inicial

La implementación exitosa del BIM requiere una inversión inicial significativa en software especializado, hardware adecuado y recursos humanos calificados. Para muchas empresas constructoras, esto puede resultar un obstáculo financiero importante. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los beneficios a largo plazo, como la mejora de la productividad y la reducción de costos, superan con creces las inversiones iniciales.

El costo de implementación de BIM puede ser una barrera significativa para muchas empresas constructoras en Perú. La adquisición de software especializado, la capacitación del personal y la adquisición de hardware adecuado pueden resultar costosos, especialmente para empresas más pequeñas con recursos limitados. Esto puede hacer que la implementación de BIM sea percibida como una inversión poco rentable a corto plazo, lo que dificulta su adopción. Es esencial que las empresas constructoras reconozcan los beneficios de BIM y cómo puede mejorar su eficiencia y calidad de los proyectos. Para superar la resistencia al cambio, es necesario realizar una comunicación efectiva y una estrategia de cambio organizacional. Esto implica involucrar a los empleados en la implementación de BIM, proporcionar capacitación y apoyo continuo, y demostrar los beneficios tangibles de esta metodología.

2.4. Retos de interoperabilidad

La falta de estándares y protocolos comunes para el intercambio de datos entre diferentes plataformas BIM puede dificultar la colaboración eficiente entre los diferentes actores del proyecto. Es esencial promover la adopción de estándares y fomentar la colaboración entre los fabricantes de software para superar este desafío. La falta de estándares y regulaciones claras en materia de BIM en Perú puede dificultar su implementación. Sin una guía clara sobre cómo utilizar BIM, las empresas pueden tener dificultades para establecer los procesos y flujos de trabajo adecuados. Esto puede generar inconsistencias en la forma en que se utiliza BIM en diferentes proyectos y limitar los beneficios que se pueden obtener. Es fundamental promover una cultura de cooperación y colaboración dentro de la empresa. Esto implica establecer procesos claros de comunicación y trabajo en equipo, fomentar la transparencia y la participación activa de todos los actores del proyecto, y utilizar herramientas colaborativas basadas en BIM para facilitar la coordinación y el intercambio de información.

3. Metodología

Esta metodología propuesta combina la revisión de literatura científica, la investigación empírica a través de entrevistas a expertos y el análisis de casos de estudio para obtener una visión integral de las dificultades y desafíos de implementar el BIM en empresas constructoras en Perú, puede utilizar diversos enfoques de investigación, se garantiza una comprensión más completa de la problemática y se generan recomendaciones más sólidas para superarlas, por ello se establece lo siguiente:

3.1. Revisión de literatura científica

En primer lugar, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con la implementación del BIM en empresas constructoras en Perú. Se buscarán estudios previos que aborden las dificultades y desafíos específicos que enfrentan las empresas en este proceso.

3.2. Entrevistas a expertos

Se realizarán entrevistas a expertos en la implementación del BIM en empresas constructoras en Perú. Estos expertos pueden ser ingenieros, arquitectos, gerentes de proyectos o profesionales con experiencia en la implementación del BIM. Las entrevistas se llevarán a cabo de manera estructurada, utilizando un cuestionario previamente diseñado, para recopilar información sobre las dificultades y desafíos que han enfrentado en este proceso.

3.3. Análisis de casos de estudio

Se analizarán casos de estudio de empresas constructoras en Perú que hayan implementado el BIM. Se recopilará información sobre el proceso de implementación, las dificultades encontradas y las soluciones adoptadas. Esto permitirá identificar patrones comunes y recomendaciones para superar las dificultades.

3.4. Análisis de datos

Se llevará a cabo un análisis de los datos recopilados a través de las entrevistas a expertos y el análisis de casos de estudio. Se utilizarán técnicas cualitativas para identificar las principales dificultades y desafíos encontrados por las empresas constructoras.

3.5. Resultados y conclusiones

Se presentarán los resultados del análisis realizado, destacando las principales dificultades y desafíos identificados en la implementación del BIM en empresas constructoras en Perú. También se proporcionarán recomendaciones y soluciones para superar estas dificultades, basadas en la literatura científica y los casos de estudio analizados.

4. Resultados

En Perú se tiene una cantidad de 8300 empresas constructoras, la muestra y unidad de análisis se determinó en cantidad de 67, es importante destacar la importancia de contar con un plan estratégico de implementación de BIM. Esto implica identificar y abordar las barreras específicas que enfrenta cada empresa, así como establecer metas claras y un cronograma realista. Además, es esencial invertir en capacitación y desarrollo de habilidades en BIM, tanto para el personal existente como para los nuevos empleados, y para superar las dificultades puede realizar las siguientes acciones:

- Invertir en programas de capacitación y concienciación sobre los beneficios del BIM.
- Fomentar una cultura organizacional abierta al cambio.
- Buscar financiamiento o subvenciones para ayudar a cubrir los costos iniciales.
- Promover la adopción de estándares y protocolos comunes para mejorar la interoperabilidad.

La gestión de la implementación del BIM medida a través de instrumentos nos puede determinar dos temas casi en la misma dimensión, la primera relacionada al conocimiento de la información sobre el concepto BIM, y la segunda referente a la implementación del BIM en las empresas, cuando se habla de implementación se debe entender por dos niveles el primero en el recurso humano, desde la alta dirección y sus grupos de colaboradores y el segundo en el tecnológico desde el software hasta el equipamiento y sus complementos, lo que nos traduce de que en la mayoría de empresas, estas no se encuentran con un completo conocimiento del BIM ni menos con la utilización de herramientas de gestión del BIM como son los software interoperables.

En la tabla 1 se aprecia que el 61.19% del personal administrativo y técnico consideran un nivel bajo del conocimiento BIM, en tanto que el 38.81% consideran un nivel medio. Por lo tanto, se identifica que el conocimiento BIM empresas constructoras del distrito de Trujillo tiene un nivel predominantemente bajo.

Tabla 1: Niveles de conocimiento BIM en las empresas constructoras en el distrito de Trujillo, 2023.

NIVELES	Conocimiento BIM	
	f	%
Bajo	41	61.19
Medio	26	38.81
Alto	0	0.00
TOTAL	67	100

En la tabla 1 se aprecia que el 65.43% del personal de las empresas constructoras consideran un nivel regular de la gestión del conocimiento del BIM, en tanto que el 26.54% consideran un nivel de desconocimiento. Por lo tanto, se identifica que la gestión integral del conocimiento e implementación del BIM en Trujillo tiene un nivel predominantemente regular. En función a estos resultados. Es importante mencionar que los niveles del concepto BIM pasa por conceptos y normativas que actualmente necesitan integrarse y ser más entendible como por ejemplo conocer el ISO 19650, 1 (procesos), 2 (gestión), 3 (operación) y 5 (seguridad de la información).

En la tabla 2 se aprecia que el 65.43% del personal administrativo y colaboradores de las empresas constructoras del distrito de Trujillo, consideran un nivel regular en el conocimiento e implementación BIM, en tanto que el 26.54% consideran un nivel deficiente. Por lo tanto, se identifica que el conocimiento BIM en empresas constructoras del distrito de Trujillo. tiene un nivel predominantemente deficiente.

Tabla 2: Niveles de la adaptabilidad del BIM en las empresas constructoras en Trujillo, 2023.

NIVELES	Adaptabilidad BIM	
	f	%
Deficiente	39	58.21
Regular	21	65.43
Eficiente	7	8.02
TOTAL	67	100

De la misma forma en la tabla 2, el nivel que posee prevalencia es el nivel regular, esto se ve reflejado en sus dimensiones, que cuentan con los siguientes porcentajes: fase de concepto BIM con 64.81 %, fase de datos en la nube con 61.73 %, fase de archivamiento deficiente con 44.44 %, fase de edificación inadecuada con 69.14 %, fase de acondicionamiento deficiente con 47.53 %, fase de obsolescencia con 55.56 % y fase de implementación con 34.20 %. En función a este resultado sobre los conceptos y la implementación, se considera necesario e idóneo realizar una planificación para el correcto conocimiento e implementación del BIM. En cuanto a los resultados de la hipótesis general, en la tabla 3, el 61.7 % del personal de salud y trabajadores de recolección del Hospital Belén consideran que el nivel de conocimiento sanitario ambiental es medio y la gestión integral de los residuos sólidos es regular; siendo el coeficiente de correlación de Spearman $Rho = 0.981$ (muy alto grado de correlación y positiva), con nivel de significancia $p = 0.000$ inferior al 1 % ($p < 0.01$), se comprueba que hay relación significativa entre el nivel de conocimiento sanitario ambiental y la gestión integral de los residuos sólidos del Hospital Belén de la ciudad de Trujillo, 2020. Resultados que pueden ser cotejados con la investigación de González et al., (2017), donde concluyen que, existen muchos tipos de desechos, que son diferentes en características ya sea de composición, estado en el que se encuentra y potencial de peligro, a pesar de ello, solo se usa una clasificación sencilla, los residuos que no clasifican como corto-punzantes o anatomo-patológicos que vienen siendo manejados todos como si fueran igual, se realizó una clasificación pero a pesar de ello hay organización en su cumplimiento probando así desechos con potencial de provocar patologías infecciosas, el riesgo de afectación del personal de la unidad de salud.

Tabla 3: Tabla cruzada del conocimiento y los niveles de implementación BIM, sobre el Concepto BIM en empresas constructoras del distrito de Trujillo 2023.

NIVEL BIM		CONCEPTO BIM			Total
		Deficiente	Regular	Eficiente	
Bajo	N	0	21	0	39
	%	0 %	61.7 %	0,0 %	61.7 %
Medio	N	35	4	0	21
	%	26.5 %	3,7 %	0,0 %	30.2 %
Alto	N	0	0	7	7
	%	0,0 %	0,0 %	8,0 %	8,0 %
Total	N	35	25	7	67
	%	26,5 %	65,4 %	8,0 %	100,0 %
Correlaciones					
		Conocimiento BIM		CONCEPTO	
Rho de Spearman	Conocimiento BIM	Coeficiente de correlación	1,000		,981**
		Sig. (bilateral)	.		,000
		N	67		67

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Estos resultados se respaldan en la teoría de “Florence Nightingale” (1851) la cual está enfocada en el ambiente, sostiene que un entorno sano es evidencia de correctas prácticas de cuidados adecuados e higiene para impedir infecciones. El fundamento de la teoría de Nightingale está en base al entorno, en general las condiciones y las fuerzas externas que repercuten en la vida y la evolución de un organismo. Para Nightingale el entorno físico se encuentra conformado por todo lo físico que tiene contacto con el paciente, el entorno psicológico es vulnerable de manera negativa con relación al estrés mientras que el entorno social que constituye el aire sin contaminar, el agua y al eliminar de manera correcta significa la recolección de datos sobre patologías y prevención (Ramírez, 2013).

5. Conclusiones

Se determinó que existe relación significativa entre el nivel de conocimiento BIM en las empresas constructoras en Trujillo, 2023 siendo el $Rho = 0.981$ (muy alto grado de correlación y positiva). Se identificó que el nivel de conocimiento BIM es bajo según el 42.73 % en las empresas constructoras en Trujillo, 2023. Se identificó que el nivel de adaptabilidad BIM es bajo según el 36.72 % en las empresas constructoras en Trujillo, 2023. Se determinó que existe relación significativa entre el nivel de conocimiento BIM y en las empresas constructoras en Trujillo, 2023, siendo el $Rho = 0.703$ (alto grado de correlación y positiva). Se determinó que existe relación significativa entre el nivel de conocimiento en las empresas constructoras en Trujillo, 2023, siendo el $Rho = 0.811$ (alto grado de correlación y positiva). Se determinó que existe relación significativa entre el nivel de adaptabilidad BIM en las empresas constructoras en Trujillo, 2023, siendo el $Rho = 0.810$ (alto grado de correlación positiva). La implementación del BIM ha enfrentado diversas dificultades. A través de una metodología basada en revisiones literarias, entrevistas a expertos y análisis de casos de estudio, se ha logrado identificar las principales dificultades

y desafíos que las empresas enfrentan en este proceso. Estos resultados ayudarán a las empresas a comprender mejor las dificultades que pueden encontrar al implementar el BIM y proporcionarán recomendaciones para superarlos. Con una comprensión más clara de estas dificultades y soluciones potenciales, las empresas constructoras en Perú podrán avanzar en la implementación exitosa del BIM y aprovechar los beneficios que esta metodología puede ofrecer. El BIM presenta numerosos beneficios en el ámbito de la construcción, su implementación puede resultar desafiante para las empresas constructoras peruanas. La falta de conocimiento y capacitación, la resistencia al cambio, la falta de estándares claros y los costos asociados son algunas de las principales dificultades que enfrentan. Sin embargo, con un enfoque estratégico y el compromiso de superar estas barreras, es posible impulsar la adopción del BIM en el sector de la construcción en Perú, lo que a su vez contribuirá a mejorar la eficiencia y calidad de los proyectos. La implementación de BIM en empresas constructoras en Perú tiene el potencial de mejorar la eficiencia, la calidad y la competitividad en la industria de la construcción, y es un paso importante hacia la digitalización y la modernización en este sector.

6. Referencias bibliográficas

- Acierno, M., Cursi, S., Simeone, D., & Fiorani, D. (2017). Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process. *Journal of Cultural Heritage*, 24, 124–133.
- Adel, M., Cheng, Z., & Lei, Z. (2022). Integration of Building Information Modeling (BIM) and Virtual Design and Construction (VDC) with Stick-Built Construction to Implement Digital Construction: A Canadian General Contractor's Perspective. *Buildings*, 12(9).
- Aguilar Zavaleta, J. P. (2023). Potencial turístico paisajístico playa Puerto Morín e idea arquitectónica. Article, 1.
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., Rahmawati, Y., Amran, Y. H. M., Sabah, S. H. A., Rafindadi, A. D. u., & Mikić, M. (2020). BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 1013–1019.
- AlJaber, A., Alasmari, E., Martinez-Vazquez, P., & Baniotopoulos, C. (2023). Life Cycle Cost in Circular Economy of Buildings by Applying Building Information Modeling (BIM): A State of the Art. *Buildings*, 13(7).
- Andrich, W., Daniotti, B., Pavan, A., & Mirarchi, C. (2022). Check and Validation of Building Information Models in Detailed Design Phase: A Check Flow to Pave the Way for BIM Based Renovation and Construction Processes. *Buildings*, 12(2).
- Antwi-Afari, M. F., Li, H., Pärn, E. A., & Edwards, D. J. (2018). Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review. *Automation in Construction*, 91(November 2017), 100–110.
- Bacci, G., Bertolini, F., Bevilacqua, M. G., Caroti, G., Martínez-Espejo Zaragoza, I., Martino, M., & Piemonte, A. (2019). Hbim methodologies for the architectural restoration. The case of the ex-church of san quirico all'olivo in luca, tuscan. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(2/W11), 121–126.
- Baggio, M., Tinterri, C., Mora, T. D., Righi, A., Peron, F., & Romagnoni, P. (2017). Sustainability of a Historical Building Renovation Design through the Application of LEED® Rating System. *Energy Procedia*, 113, 382–389.
- Banfi, F. (2019). The integration of a scan-To-hbim process in bim application: The development of an add-in to guide users in autodesk revit. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(2/W11), 141–148.
- Biagini, C., Capone, P., Donato, V., & Facchini, N. (2016). Towards the BIM implementation for historical building restoration sites. *Automation in Construction*, 71, 74–86.
- Biagini, C., Ottobri, P., Banti, N., & Bongini, A. (2020). Validation processes of H-BIM models: a case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 949(1).
- Brumana, R., Condoleo, P., Grimoldi, A., & Landi, A. G. (2017). Shape & construction of brick vaults. Criteria, methods & tools for a possible catalogue. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(5W1), 137–143.
- BuildingSMART Spain. (2022). Guía de Sistemas de Clasificación cuando se utiliza BIM. *BuildingSMART Spanish Chapter*, 1–43.
- Carmona Zúñiga, M. (2020). Propuesta para la implementación de la metodología BIM en los proyectos de obra pública de Costa Rica. *Métodos y Materiales*, 10, 35–47.

- Carrasco, C. A., Lombillo, I., Balbás, F. J., Aranda, J. R., & Villalta, K. (2023). Building Information Modeling (BIM 6D) and Its Application to Thermal Loads Calculation in Retrofitting. *Buildings*, 13(8).
- Cesnik, J., Zibert, M., Lah, M., & Skalja, M. (2019). Required model content and information workflows enabling proficient BIM usage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(3).
- Chiabrando, F., Lo Turco, M., & Santagati, C. (2017). Digital invasions: From point clouds to historical building object modeling (h-BOM) of a unesco WHL site. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(2W3), 171–178.
- Chiabrando, F., Sammartano, G., & Spanò, A. (2016). Historical buildings models and their handling via 3d survey: From points clouds to user-oriented hbim. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 41(July), 633–640.
- Choi, J., Lee, S., & Kim, I. (2020). Development of quality control requirements for improving the quality of architectural design based on bim. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(20), 1–25.
- Daniotti, B., Della Torre, S., & Gianinetto, M. (2020). Digital Transformation of the Design, Processes of the Built Management Construction and Environment. In *Research for Development*.
- Demir, K., Ergen, B., Ergen, Z., & Çabuk, S. (2016). Diseño 3D colaborativo con el método BDMUD: Efectos de un edificio en reflexiones de paisaje urbano en planificación urbana. *Architecture, City and Environment*, 11(32), 61–80.
- Erişen, S. (2023). A Systematic Approach to Optimizing Energy-Efficient Automated Systems with Learning Models for Thermal Comfort Control in Indoor Spaces. *Buildings*, 13(7).
- EUBIM TaskGroup. (2013). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo. *Journal of Petrology*, 369(1), 1689–1699.
- García-Valdecabres, J., Jordan-Palomar, I., & Salvador García, E. (2016). Focus Group participativo para validar el método de registro monumental HBIM. *EUBIM 2016 Congreso Internacional BIM / 5o Encuentro de Usuarios BIM*, 211–221.
- Gomes, A. M., Azevedo, G., Sampaio, A. Z., & Lite, A. S. (2022). BIM in Structural Project: Interoperability Analyses and Data Management. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(17).
- Herr, C. M., & Fischer, T. (2019). BIM adoption across the Chinese AEC industries: An extended BIM adoption model. *Journal of Computational Design and Engineering*, 6(2), 173–178.