



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“SISTEMA BIM EN LA PLANIFICACIÓN DE
PROYECTOS DE EDIFICACIONES URBANAS”:
UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA
ENTRE 2010 - 2020

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

José Miguel Marreros Riveros

Asesor:

Mg. Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mis padres y mi hermana por el apoyo en este largo camino de formación profesional y ética, por darme ánimos y fortaleza en los momentos difíciles, por formarme con valores y en un ambiente de respeto y armonía.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por brindarme fortaleza y perseverancia en mi formación profesional.

A mis padres y mi hermana por el apoyo incondicional y por brindarme los
recursos económicos para lograr mis metas.

A los docentes y amigos que contribuyeron con sus conocimientos a mi formación
y crecimiento como estudiante

Al Ing. Alberto Rubén Vásquez Diaz por el asesoramiento en el desarrollo del
presente trabajo de investigación.

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	13
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	13
Tabla 2:	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipo de documentación citada.....	15
Figura 2: Nro. de estudios según país de origen.....	15
Figura 3: Nro. de estudios según el año de publicación	16

RESUMEN

El BIM aplicado en la planificación de proyectos de construcción es beneficioso en las diferentes etapas de los mismos; sin embargo, esta herramienta no es tan utilizada. Por lo que, se planteó conocer qué tan ventajosa fue implementación de la tecnología BIM en la planificación de proyectos en edificaciones urbanas en los últimos 10 años.

Se revisó literatura científica proveniente de las bases de datos EBSCO, Dialnet, Scielo, Proquest y del buscador Google académico. Se obtuvieron 20 artículos con estructura IMRD, que han sido publicados en los últimos 10 años y son respaldados por universidades.

Se analizó la documentación y se citaron aportes referentes al tema de interés; los cuales, se muestran en el capítulo de resultados. Además, se concluyó que el BIM es una fuente de ahorro en la construcción y que es fundamental realizar más estudios acerca de él; ya que, en nuestro país, aún es un método desconocido.

PALABRAS CLAVES: Building Information Modeling, planificación, proyectos de construcción civil, literatura científica.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La población mundial está en constante crecimiento, por consiguiente, la demanda de proyectos de construcción civil es cada vez mayor. La ejecución de obras de Ingeniería Civil satisface las necesidades de la sociedad generando ingresos económicos y modernización; por lo que es un factor importante para el desarrollo de un país; sin embargo, los proyectos de construcción comúnmente, en su proceso de ejecución, generan costos adicionales debido a retrasos, ineficiencia o disminución de la calidad a causa de los errores, incompatibilidades e incongruencias en la etapa de diseño de los mismos (Arboleda, Rivera, Cabrera y Vargas, 2016).

Las exigencias y competencia en la industria de la construcción son cada vez mayores, por lo que la planificación y administración de costos son procesos esenciales para supervivencia de empresas que operan en el campo (Martins y Serra, 2014). El planificar correctamente un proyecto de construcción implica cuantificar los recursos necesarios para la ejecución del proyecto de la forma más exacta posible; además de identificar posibles problemas en el diseño y asignar tareas con inteligencia para optimizar el trabajo; es decir, la planificación tiene una influencia directa en la productividad obtenida en el sitio de la construcción, debido a que la información de esta documentación es uno de los principales factores de causa y efecto asociados a la productividad (Da Silva, Crippa y Scheer, 2019). El proceso de la correcta planificación de un proyecto civil puede resultar una labor compleja debido a la cantidad de recursos y el volumen de información que se maneja en esta etapa; sin embargo, es la solución para el problema de costos adicionales en el proceso constructivo de un proyecto de ingeniería Civil (Porrás, Sánchez y Galvis, 2015).

Building Information Modeling o más conocido como BIM es una metodología de trabajo que relaciona, en una misma base de datos, información importante sobre un proyecto de ingeniería Civil; con este sistema de trabajo se puede modelar inicialmente un proyecto en 3 dimensiones (X, Y y Z) y posteriormente permite incorporar información de conceptos que integran dicho proyecto como cubicaciones, costos, tiempo y toda la documentación que es relevante para que sea compartida entre los especialistas (Pérez, Del Toro y López, 2019). Se define a BIM como un trabajo colaborativo; es decir los especialistas pueden generar modelos de los diferentes sistemas que componen un proyecto de construcción (Estructuras, arquitectura, instalaciones de agua, comunicaciones, etc.) y evaluar su acoplamiento en un mismo modelo para aumentar la precisión en el diseño y construcción de edificios (Moreno y Prada, 2018). Cabe aclarar que BIM no es un software como la mayoría de personas piensa; si no, es una herramienta que permite la “construcción virtual” de proyectos y su análisis haciendo uso de un conjunto de softwares computacionales inteligentes (Porras et al., 2015).

Anteriormente se mencionó que el proceso de planificación puede ser muy tedioso debido a que en esta etapa se maneja una cantidad importante de información referente al proyecto (Porras et al., 2015); además, se presentó al sistema Building Information Modeling como una herramienta que permite la “construcción virtual” de proyectos (Porras et al., 2015). Debido a estos aportes se puede afirmar que el sistema BIM es una herramienta muy importante para la planificación de proyectos por ser un método que ordena datos y documentos en una sola base y así es más simple identificar y corregir errores en la etapa de modelamiento a comparación del sistema tradicional de planificación.

Relacionando al sistema BIM y la etapa de planificación de los proyectos de construcción civil, surgió la siguiente incógnita: ¿Qué tanto influyó el uso del sistema BIM en la planificación de proyectos en Edificaciones Urbanas en los últimos 10 años? Si bien es cierto, en la industria de la construcción constantemente se generan tecnologías que hacen que los procesos constructivos sean más eficientes, se debe tener en cuenta la magnitud de los beneficios otorgados por estos sistemas y qué tan convenientes son usarlos, en esta investigación se tiene como objetivo conocer qué tan ventajosa fue implementación de la tecnología BIM en la planificación de proyectos en edificaciones urbanas en los últimos 10 años.

En el presente artículo de revisión se investigará el impacto que ha tenido la aplicación del sistema BIM en la planificación de proyectos de ingeniería civil a comparación del método tradicional; ya que esta nueva tecnología se presenta como una alternativa importante para la solución de problemas que ocasionan pérdidas en la industria de la construcción y es de suma importancia saber la magnitud de los beneficios para analizar su aplicación en proyectos importantes de ingeniería Civil.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Teniendo formulada la pregunta ¿Qué tanto influyó el uso del sistema BIM en la planificación de proyectos en Edificaciones Urbanas en los últimos 10 años?, se realizó una revisión sistemática de artículos científicos y de revisión para dar solución a dicha incógnita. En el proceso de búsqueda se obtuvieron una infinidad de estudios relacionados al tema de investigación; sin embargo, no todos cumplían con los requisitos para ser utilizados como fuentes confiables de estudio. Para incluir un artículo en la presente revisión sistemática, se tuvo en cuenta que haya sido publicado en el intervalo de tiempo desde el 2010 y 2020; entre los resultados se incluyeron artículos en inglés, español y portugués. Otro requisito es que el artículo se haya encontrado en bases de datos confiables y Google académico, lo que le da un respaldo de confiabilidad a dichos artículos; además, se consideró que sean provenientes de una Universidad y tengan la estructura IMRD.

Los artículos consultados fueron encontrados en el buscador Google académico y en diversas bases de datos como: Dialnet, Scielo, Proquest y EBSCO. Se consideraron estudios que contengan comparaciones y plasmen la influencia del sistema BIM en la planificación de proyectos de construcción; además que cumplan con los requisitos expuestos en el párrafo anterior. Se seleccionaron 37 artículos de forma preliminar y posteriormente haciendo una lectura más pausada y minuciosa se seleccionaron 20 artículos a consultar para la elaboración del presente estudio.

Se identificaron las bases de datos en las que se iba a realizar la búsqueda; posteriormente, se utilizó el filtro avanzado de las distintas bases de datos y Google académico indicando que se muestren resultados de “artículos científicos”, “de los últimos 10 años”, en “inglés, español y portugués”; además se hizo uso de palabras claves como:

“BIM en la construcción”, “Sistema BIM vs sistema tradicional”, “influencia de Building Information Modeling” y se hizo una lectura rápida identificando la estructura de los artículos.

Se descartaron 17 artículos de la selección preliminar por no mostrar resultados claros, no incluir las dos variables del presente estudio, no ser respaldados por una Universidad o por no tener la estructura IMRD bien definida. Algunos de los artículos descartados no cumplían con las expectativas que se tienen para ser consultados como fuentes de estudio.

A los 20 artículos seleccionados se les realizaron lecturas completas por parte del investigador y posteriormente se registraron los datos principales de cada uno de ellos en la Tabla N°1 mostrada a continuación. Algunos de los datos importantes registrados en dicha tabla fueron: Título de la investigación, autor, lugar y año de publicación y el método utilizado en cada una de las investigaciones. Estos artículos fueron seleccionados por cumplir claramente los criterios mencionados en párrafos anteriores del presente documento.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Como resultado de la revisión sistemática de literatura científica se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1:

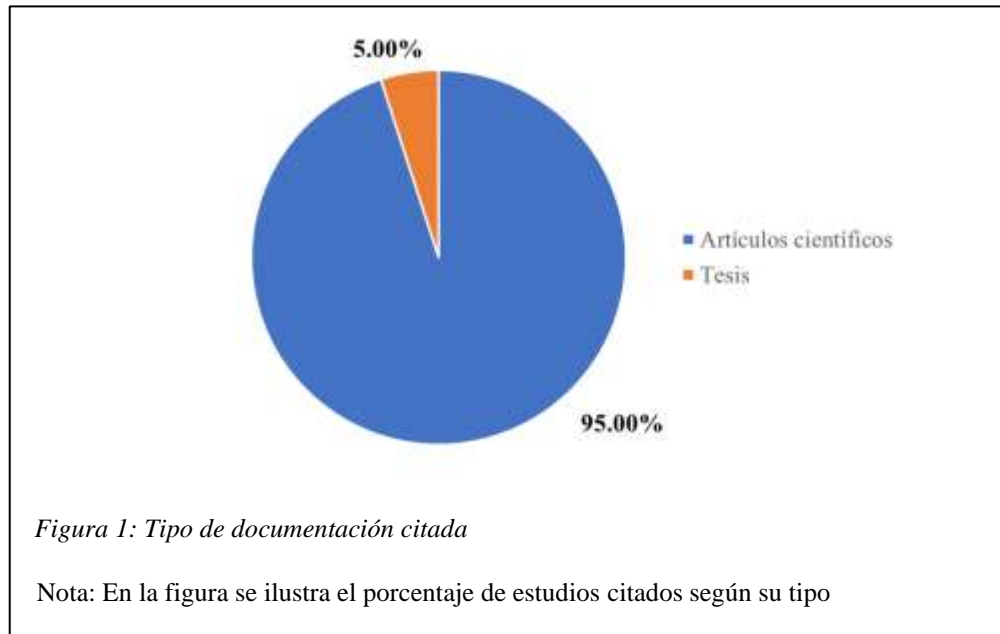
Matriz de registro de artículos

Nº	BASE DE DATOS	Autor / Autores	Año	Título de artículo de investigación
1	Repositorio académico UPC/google académico	José Salinas-Román Ulloa-Karem Asthrid	2014	Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios
2	ProQuest	Adriana Gómez Cabrera-Natalia Quintana Pulido-Jorge Orlando Ávila Díaz	2014	Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio
3	UFSC/google académico	Adriana Lacerda- Cristiano Antunes- Guilherme Bastos	2014	Encuesta de cuantitativas de trabajos: comparación entre lo tradicional y BIM experimentos tecnológicos
4	Researchgate/google académico	José Martins-Sheyla Serra	2014	Comparação de processos de levantamento de quantitativos: Tradicional e BIM
5	Dialnet	Porras Hernán-Sánchez Omar-Galvis José	2015	Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tecnologías “Building Information Modeling”
6	Dialnet	Hernán Porras-Omar Sánchez-José Galvis- Néstor Jaimes-Karen Castañeda	2015	Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado
7	Researchgate/google académico	Luis Guerretta-Eduardo Toledo	2015	Comparación de presupuesto de sistemas edificios con y sin uso de BIM
8	Scielo	Burcu Salgin-Paz Arroyo-Glenn Ballard	2016	Explorando la relación entre los métodos de diseño lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de proyectos hospitalarios en California

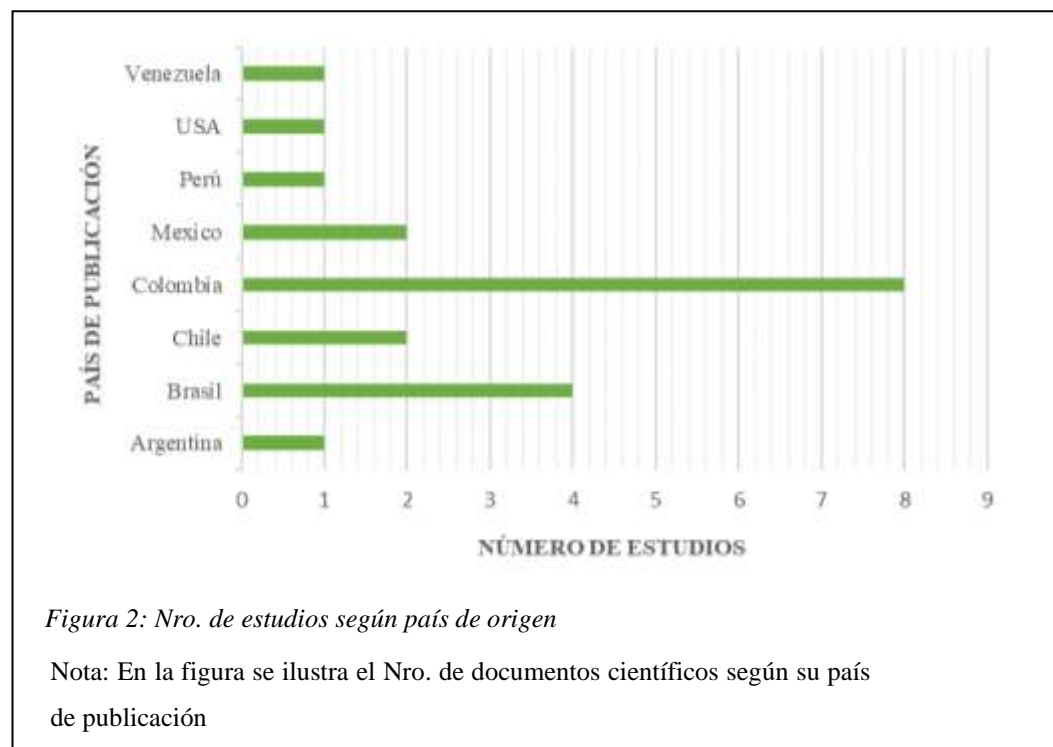
9	Semanticscholar/google academico	Mojica Arboleda-Valencia Rivera-Gómez Cabrera-Alvarado Vargas	2016	Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso
10	Unimilitar.edu/google académico	Sierra Lina	2016	Gestión de proyectos de construcción con metodología BIM “Building Information Modeling”
11	Dialnet	Zulay Giménez-Raiza Gutiérrez-Gabriela Hernández	2016	Implementación de construcción virtual para mejorar la planificación de obras. Uso de modelo 4d en urbanismo ubicado en Valencia, Venezuela
12	MDPI/google academico	Woon Jeong-Soowon Chang-Jeong Son, et al.	2016	BIM-Integrated Construction Operation Simulation for Just-In-Time Production Management
13	EBSCO	Yabin Jiménez-Juan Sebastián-Adriana Gómez-Gabriel Leal	2017	Analysis of the environmental sustainability of buildings using BIM (Building Information Modeling) methodology
14	Revista espacios/google académico	Salazar, Manuel - Galindo, Jorge	2017	Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos constructivos: estudio de caso en Manizales (Colombia)
15	noesis.uis/google académico	Juliana Moreno-Fernanda Prada	2018	Integración de BIM y Lean Construction en la fase de planificación de proyectos de construcción, para la reducción de pérdidas por interferencias
16	IJOPM/google academico	Jorge Moreno-Jonathan Secchi-Patricio Moretti	2018	Gestión de riesgos en la construcción del edificio de arquitectura y mecatrónica con el aporte de técnicas BIM
17	EBSCO	Bohórquez Jherson-Porras Hernán-Sánchez Omar-Mariño María	2018	Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5d *
18	Researchgate/google académico	Vicente Molina - Rodrigo Herrera-Felipe Muños-Guillermo Cazaux	2019	Evaluación técnico-económica de modelación y coordinación BIM en proyectos de edificación de mediana envergadura: un caso de estudio
19	Dialnet	Gonzalo Pérez-Héctor Del Toro-Areli Martínez	2019	Mejora en la construcción por medio de lean construction y Building Information Modeling: caso estudio
20	Unicamp/google académico	Paula Da Silva-Julianna Crippa-Sergio Scheer	2019	BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades

Nota: En la tabla mostrada se encuentran registrados los estudios científicos consultados en el presente estudio, sus autores, el año de su publicación y la base de datos o buscador en donde fueron encontrados.

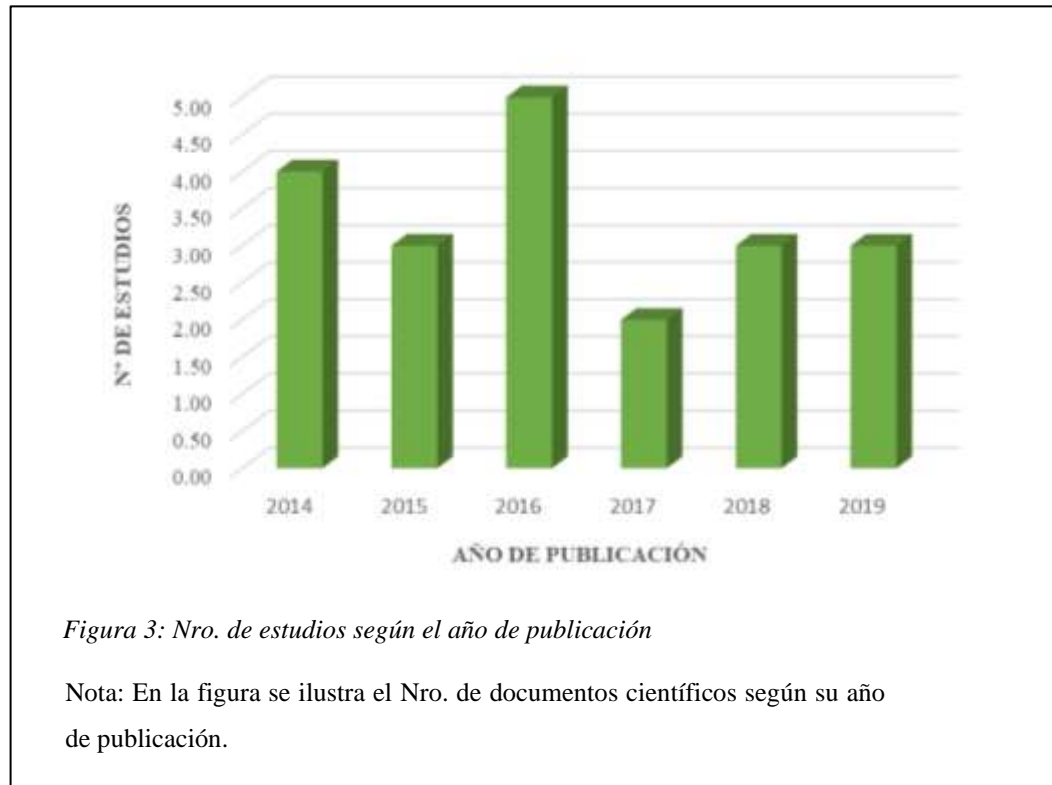
La revisión de literatura científica tuvo como resultado la selección de dos tipos de documentación que fueron consultados en el presente estudio.



La mayoría de los estudios consultados fueron publicados en Colombia y Brasil, representando el 60% del total.



Con relación al año de publicación de los estudios consultados, se obtuvo que en el 2014 y 2016 hubo un porcentaje del 45% del total.



Como resultado de la información encontrada durante la revisión, se elaboró la siguiente tabla de aportes.

Tabla 2:

Inducción de categorías

CATEGORÍAS	APORTES
Simulación constructiva	<p>Mediante la simulación de procesos constructivos se obtienen duraciones de actividades y del proyecto que reflejan el tiempo de ejecución de manera acertada (Gómez, Quintana y Ávila, 2014).</p>
	<p>La simulación constructiva permite visualizar gráficamente diferentes alternativas de planeación y ejecución de proyectos de construcción antes de que sean ejecutadas, con el fin de seleccionar la más viable técnica y económicamente (Gómez, Quintana y Ávila, 2014).</p>
	<p>Así el BIM se configura como herramienta que posibilita la detección de atrasos e imprevistos de forma temprana mediante acciones de mitigación de riesgo. De esta manera, se propicia la disminución de inconvenientes temporales en relación con el cronograma propuesto y los sobrecostos que puede generar el atraso del mismo (Bohórquez, Porras, Sánchez y Mariño, 2018).</p>
	<p>Este método de planificación de la construcción basado en actividades mejora la confiabilidad porque los resultados están mucho más cerca del cronograma real y el plan de construcción se puede ajustar cada vez que se modifica el modelo BIM. Además, cuando se producen retrasos o los recursos cambian, el uso de este marco de simulación integrado en BIM es más flexible porque el trabajo se divide en actividades más detalladas (Jeong, Chang, Son y Seong Yi, 2016).</p>

Es importante que en un proyecto de construcción los diseñadores, el contratista y la interventoría trabajen en forma integrada para evitar la fragmentación del mismo y por ende disminución de la productividad (Gómez, Quintana y Ávila, 2014).

En un modelo BIM, el gran volumen de información del proyecto se encuentra en única base de datos digital; de esta forma hay integración de la información, coherencia, mayor facilidad para la consulta y facilidad de comunicación entre otros (Porras, Sánchez y Galvis, 2014).

Trabajo
colaborativo virtual

BIM presenta múltiples utilidades, una de las de mayor significancia es la opción para el trabajo colaborativo, en donde los individuos relacionados con el proyecto pueden trabajar de forma conjunta en distintas ubicaciones geográficas; además los participantes del proyecto cuentan con la posibilidad de enviar y recibir información en tiempo real, situación que resulta de gran beneficio para la disminución de tiempos de entrega eficiencia en la comunicación de la información e integración de las disciplinas en las diferentes etapas del proyecto (Porras, Sánchez, Galvis, Jaimez y Castañeda, 2015).

El éxito de la implementación de BIM radica en el enriquecimiento del modelo por parte de los involucrados. Por ello, es necesario que exista un responsable (BIM manager) quien tendrá como funciones principales organizar el equipo de modeladores BIM; recopilar e identificar las interferencias e incompatibilidades detectadas por los modeladores; agendar y convocar a los involucrados a las sesiones de trabajo; y establecer los plazos para el cumplimiento (Salinas y Ulloa, 2014).

Metrados y presupuestos	<p>BIM es una herramienta que no solo facilita las actividades del proyecto, sino que también contribuye a otras actividades, como la etapa de encuesta cuantitativa del presupuesto (Lacerda, Antunes y Bastos, 2014).</p> <p>Un modelo BIM es una herramienta eficaz para el cálculo de las cantidades de obra; reduce significativamente la posibilidad de cometer errores y olvidar elementos de construcción. De esta forma, el cálculo del presupuesto de construcción y el programa de construcción es más exacto. (Porras, Sánchez y Galvis, 2014).</p> <p>Mientras que en el método tradicional el presupuesto debe medir objeto por objeto, servicio por servicio, la tecnología BIM permite la extracción de datos cuantitativos de forma ágil, después de configurar el software. Además, en caso de que cambio de diseño, se actualizan las encuestas de la tecnología BIM (Lacerda, Antunes y Bastos, 2014)</p>
Identificación temprana de interferencias	<p>Los errores en la documentación de obra generan dudas y desencadenan retrasos en los cronogramas de obra, errores en la presupuestación y pérdidas de tiempo y dinero en trabajo rehecho (Arboleda, Rivera, Cabrera y Vargas, 2016).</p> <p>La integración de las metodologías BIM, permiten con mayor facilidad la detección de errores en diseño, interferencias e inconvenientes en planeación, que, al ser corregidos de manera temprana, se pueden obtener resultados de mayor calidad a menores costos (Gómez, Quintana y Ávila, 2014).</p> <p>Cada vez que el modelo BIM se modifica durante el progreso del trabajo, los usuarios pueden regenerar fácilmente los planos de construcción porque BIM está integrado con la simulación del trabajo de construcción. Además, en el entorno de simulación, los usuarios pueden manipular sintéticamente factores y recursos complejos (Jeong, Chang, Son y Seong Yi, 2016).</p>

Nota: En la tabla mostrada se encuentran registrados los aportes más importantes de la literatura científica revisada.

BIM (Building Information Modeling) es una metodología utilizada para la realización de proyectos de construcción civil, obtenida con el uso de un conjunto de softwares compatibles entre sí, que es importante en cada una de las etapas de la obra. Este sistema de trabajo se presenta como una herramienta de gran ayuda y desarrollo en la industria de la construcción.

Parte de esta nueva tecnología es la simulación constructiva virtual; la cual, permite ampliar el panorama en el diseño y tomar decisiones importantes para el aumento de la productividad; es decir, a diferencia de la metodología de diseño convencional en 2D, permite visualizar gráficamente diferentes alternativas de planeación y ejecución de proyectos de construcción antes de que sean ejecutadas, con el fin de seleccionar la más viable técnica y económicamente (Gómez, Quintana y Ávila, 2014). Con relación al cronograma de obra, Bohórquez et al. (2018) sostuvo que, al simular el proceso constructivo de un proyecto se pueden identificar posibles atrasos en la ejecución debido a diversos factores e idear acciones ante estos riesgos para evitar problemas en el cronograma planteado y sobrecostos por el incumplimiento del mismo.

En todo proyecto que demanda la intervención de profesionales de distintas especialidades, es de vital importancia que sus coordinaciones y aportes se den de una manera óptima y eficaz, lo que no se ve reflejado en la actualidad con el uso del sistema convencional de diseño; ya que, en la etapa de ejecución de la obra salen a la luz múltiples errores en planos, estimación de recursos necesarios, etc. que demandan de tiempo para su corrección. Debido a que en un modelo BIM el gran volumen de información del proyecto se encuentra en única base de datos digital, hay integración de la información, coherencia, mayor facilidad para la consulta y facilidad de comunicación (Porrás, Sánchez y Galvis,

2014). Por lo que los individuos relacionados con el proyecto pueden trabajar de forma conjunta en distintas ubicaciones geográficas; además los participantes del proyecto cuentan con la posibilidad de enviar y recibir información en tiempo real (Porrás, Sánchez, Galvis, Jaimez y Castañeda, 2015).

Entre los errores más comunes y significativos en los expedientes técnicos actuales se encuentra el cálculo de recursos necesarios para la construcción del proyecto, lo que afecta directamente en el presupuesto estimado. Mientras que en el método tradicional el presupuesto debe medir objeto por objeto, servicio por servicio, la tecnología BIM permite la extracción de datos cuantitativos de forma ágil, después de configurar el software. Además, en caso de que cambio de diseño, se actualizan las encuestas de la tecnología BIM (Lacerda, Antunes y Bastos, 2014).

Otra de las deficiencias en los proyectos diseñados en 2D son las interferencias y errores en los planos, que al ser ejecutados salen a relucir y causan pérdidas de tiempo y dinero en su replanteo o trabajo rehecho. BIM permite detectar este tipo de problemas y corregirlos debido a la relación y unión de todas las especialidades en un mismo modelo.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

La revisión de la literatura científica permite concluir que el uso de la metodología BIM, en la planificación de obras de construcción urbana, relaciona variables fundamentales como el tiempo, los recursos utilizados y el diseño; creando un impacto económico considerable en las diferentes etapas del proyecto.

La aplicación de la metodología BIM en la elaboración de expedientes técnicos de proyectos de inversión pública sería muy beneficiosa, ya que se daría solución a los problemas comunes de diseño y metrados que elevan el presupuesto de dichos proyectos; dando lugar a gastos innecesarios para un país como el nuestro, al que le falta infraestructura para su desarrollo y no le sobra el dinero para ejecutarla.

La metodología BIM, pese a sus grandes beneficios en el mundo de la construcción, no desplaza a la metodología convencional de planeamiento de obras; ya que, las empresas ligadas al rubro posiblemente no se encuentran dispuestas a asumir gastos de capacitación y especialización de su staff de profesionales para adoptar el uso de esta novedosa metodología.

Es importante realizar estudios como la presente revisión para conocer beneficios y dificultades de la implementación del BIM; ya que es una herramienta de desarrollo en la construcción y a pesar de haber estado tanto tiempo sobre el tapete, en nuestro país resulta ser un tema nuevo y de escasas investigaciones nacionales.

Por la experiencia adquirida en la revisión de información científica a cerca del BIM, se recomienda para futuros estudios, realizar una investigación más a fondo a documentación en inglés y definir de una forma más precisa las palabras claves para su ejecución.

REFERENCIAS

- Arboleda, M., Valencia, D., Gómez, A. & Alvarado, Y., (2016). Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso. *Ingeniería- Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, 1*, 34-45. Recuperado de página web. <https://pdfs.semanticscholar.org/c017/08dd6e1006f5b02d83f0a3559deb3ff9ffd4.pdf>
- Bohórquez, J., Porras, H., Sánchez, O. & Mariño, M. (2018). Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D *. *Entramado, 14*, pp. 252-267. Recuperado de página web. <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=9f51876e-07d6-4782-ab9e-2b961e2b1253%40pdc-v->
- Costa, J. & Serra, S. (2014). Comparação de processos de levantamento de quantitativos: Tradicional e BIM. *En XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. pp. 2862-2871. Recuperado de página web. https://www.researchgate.net/profile/Sheyla_Serra/publication/301435446_Comparacao_de_processos_de_levantamento_de_quantitativos_tradicional_e_BIM/links/571a71db08ae7f552a4731d5/Comparacao-de-processos-de-levantamento-de-quantitativos-tradicional-e-BIM.pdf
- Da Silva, P., Crippa, J. & Scheer, S. (2019). BIM 4D no planejamento de obras: Detalhamento, beneficios e dificuldades. *PARC pesquisa em arquitetura e construção*. Pe019010. Recuperado de página web. <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650258/19196>
- Giménez, Z., Gutiérrez, R. & Hernández, G. (2016). Implementación de construcción virtual para mejorar la planificación de obras. Uso de modelos 4D en urbanismo ubicado en Valencia, Venezuela. *Revista Gaceta Técnica, 16*, pp. 83-98. Recuperado de página web. <https://drive.google.com/file/d/0BykpaPmotOw4Y0dlakNQeVBtME0/view>

- Gómez, A., Quintana N. & Ávila, J. (2014). Simulación de eventos discretos y líneas de balance aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio. *Ingeniería y Ciencia*, 11, pp. 157-175. Recuperado de página web. <https://search.proquest.com/docview/1665115904/49FDC34D8939429DPQ/5?accountid=36937>
- Guerreta, L., & Toledo, E. (2015). Comparação de orçamento de obra de sistemas prediais com e sem utilização de BIM. ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7. Recuperado de página web. https://www.researchgate.net/profile/Sheyla_Serra/publication/301435446_Comparacao_de_processos_de_levantamento_de_quantitativos_tradicional_e_BIM/links/571a71db08ae7f552a4731d5/Comparacao-de-processos-de-levantamento-de-quantitativos-tradicional-e-BIM.pdf
- Jeong, W., Chang, S., Son, J. & Yi, J. (2016). BIM-Integrated Construction Operation Simulation for Just-In-Time Production Management. *Sustainability*, 8, pp. 1-25. Recuperado de página web. <https://search.proquest.com/docview/1849287536/F05F7F4CEF0348B1PQ/9?accountid=36937>
- Lacerda, A., Antunes & C., Bastos, G. (2014). Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 6, pp. 134-155. Recuperado de página web. http://stat.entrever.incubadora.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/2525/pdf_64

- Molina, V., Herrera, R., Muñoz, F. & Cazaux, G. (2019). Evaluación técnico-económica de modelación y coordinación BIM en proyectos de edificación de mediana envergadura: un caso de estudio. *Journal BIM & Construction Management*, 1. Recuperado de página web. https://www.researchgate.net/profile/Vicente_Molina4/publication/332183261_EVALUACION_TECNICO-ECONOMICA_DE_MODELACION_Y_COORDINACION_BIM_EN_PROYECTOS_DE_EDIFICACION_DE_MEDIANA_ENVERGADURA_UN_CASO_DE_ESTUDIO/links/5ca535d7299bf1b86d633aed/EVALUACION-TECNICO-ECONOMICA-DE-MODELACION-Y-COORDINACION-BIM-EN-PROYECTOS-DE-EDIFICACION-DE-MEDIANA-ENVERGADURA-UN-CASO-DE-ESTUDIO.pdf
- Moreno, E. & Prada, T. (2018). *Integración de BIM y Lean Construction en la fase de planificación de proyectos de construcción, para la reducción de pérdidas por interferencias, Bucaramanga 2018* (Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Moreno, J., Secchi, J. & Moretti, P. (2018). Gestión de riesgos en la construcción del edificio de arquitectura y mecatrónica con el aporte de técnicas BIM. *Iberoamerican Journal of Project Management*, 9, pp. 206-224. Recuperado de página web. <http://www.ijopm.org/index.php/IJOPM/article/view/424>
- Pérez, G., Del Toro, H. & López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling. *Revista de Investigación en tecnologías de la Información*, 7,110-121. Recuperado de página web. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242765>
- Porras, H., Sánchez, O. & Galvis, J. (2015). Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5d con tecnologías “building information modeling. *Gerencia tecnológica informática*, 38, 59-73. Recuperado de página web. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5161780>

- Porras, H., Sánchez, O., Galvis, J., Jaimez, N. & Castañeda, K. (2015). Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Entramado, 1*, 230-249. Recuperado de página web. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5473634>
- Roberto, Y., Sarmiento, J., Cabrera, A. & del Castillo, G. (2017). Analysis of the environmental sustainability of buildings using BIM (Building Information Modeling) methodology. *Ingeniería y Competitividad, 19*, pp. 241-251. Recuperado de página web. <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=364d7f4c-46d1-40eb-8acb-65e31ba86fa3%40sessionmgr4006&bdata=JmF1dGh0eXBIPXNoaWImbGFuZz1lcYzZaXRIPWVky1saXZl#AN=edssci.S0123.30332017000100241&db=edssci>
- Salazar, M. & Galindo, J. (2017). Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos constructivos: estudio de caso en Manizales (Colombia). *Revista ESPACIOS, 39*. Recuperado de página web. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n07/a18v39n07p24.pdf>
- Salgin, B., Arroyo P. & Ballard, G. (2016). Explorando la relación entre los métodos de diseño lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de proyectos hospitalarios en California. *Revista Ingeniería de Construcción, 31*, pp. 191-200. Recuperado de página web. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v31n3/art05.pdf>
- Salinas, J. & Ulloa, R. (2014). Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios. *Sinergia e Innovación, 1*, pp. 226-250. Recuperado de página web. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/324941/ImplementacionBIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sierra, L. (2016). Gestión de proyectos de construcción con metodología BIM “Building Information Modeling”. En repositorio de Universidad Militar Nueva Granada pp. 1-19. Recuperado de página web. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/14970>