



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“IMPACTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN”: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA CIENTÍFICA DESDE EL 2015 HASTA EL 2019

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería de Sistemas Computacionales

Autor:

Adrián Humberto Elías Sepúlveda Zambrano

Asesor:

Mg. Ing. Cesar Oswaldo Ramírez Rodriguez

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Al único y sabio Dios, creador y hacedor del universo, quien por amor y misericordia me ha dado y ha permitido ser lo que soy hasta el día de hoy. Toda la Gloria y Honra sean dadas a Él, por los siglos de los siglos. A mi madre y a mi padre, por ser mis primeros grandes maestros. Por sus lecciones en todos los ámbitos de la vida, desde personales hasta espirituales. Y por el gran ejemplo que me han dado, que todo con y para Dios, todo es posible.

Soli Deo Gloria

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por darme vida, salud y sabiduría, por haber podido llegar con su ayuda a esta etapa de mi vida. A mis padres por haberme apoyado en cada reto y oportunidad que tuve en frente. A mi familia por motivarme cada día y ser ejemplo de que todo es posible. A la Universidad Privada del Norte por todo lo que he podido recibir, tanto académicamente como personalmente. A mi jefe Ángel Noriega por su constante ánimo y confianza en el trabajo que desempeño y por todo el conocimiento y tiempo que me ha brindado hasta el día de hoy. Finalmente, a Luis Zanini, el gerente de TI de COSAPI S.A. por su apoyo y buena voluntad en cada duda presentada.

Soli Deo Gloria

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.....	19
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	26
REFERENCIAS.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Datos de los artículos seleccionados</i>	14
Tabla 2: <i>Artículos seleccionados por Países</i>	20
Tabla 3: <i>Artículos seleccionados por bases de datos</i>.....	21
Tabla 4: <i>Artículos seleccionados por año de publicación</i>.....	21
Tabla 5: <i>Artículos seleccionados según el idioma</i>	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo en función a la búsqueda de la información de estudio..... 19

Figura 2: Diagrama de esquematización de artículos por zona geográfica20

RESUMEN

El mundo avanza a pasos agigantados en todas las áreas, sea en lo social como en lo tecnológico. El mundo de la construcción no es ajeno a este cambio, ya que es un área de gran desarrollo e importancia para la economía, por lo que la búsqueda de nuevas tecnologías, mejoras continuas y optimización de procesos es esencial, con el fin de obtener mejores resultados y ganancia; y una de las formas de realizar proyectos de la mejor manera, es la metodología BIM, que ha sido implementada y aplicada en muchos países.

El presente trabajo tiene como objetivo recabar, revisar y analizar los estudios teóricos y empíricos acerca del uso de la Metodología BIM en el sector construcción en los últimos 5 años (desde el año 2015 hasta el año 2019) Para poder realizar este estudio, las fuentes de información donde se buscó y recopilaron los artículos fueron las bases de datos de Scielo, Redalyc, Dialnet, y repositorios de revistas especializadas en el área de ingeniería y construcción, tomando en consideración, como periodo de antigüedad de 5 años. Las palabras claves que se emplearon para la búsqueda y recopilación de artículos fueron: «BIM», «Metodología BIM», «Modelado de Información de Construcción», «BIM/MIC», «Building Information Modeling». De un total de 200 artículos relacionados a las palabras claves, 50 fueron separados y un total de 25 fueron escogidos, previamente analizados bajo criterios específicos.

PALABRAS CLAVES: Metodología de Construcción, BIM, Modelado de Información de Construcción, Construcción y Arquitectura.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos cada día son más notorios en cada área de la vida. Podemos mencionar, como ejemplos, las áreas educativas, médicas y obviamente, las de entretenimiento. Sin embargo, las áreas de la construcción y de la ingeniería no han sido ajenas a estos avances, es más, son estas áreas las que promueven y van a la vanguardia de la tecnología y si hablamos del área de construcción, los avances tecnológicos, desde el inicio de las grandes ciudades industriales, son más que notorios y es que el sector construcción debe superar dos retos importantes: el impacto ambiental de los proyectos y alcanzar una eficiencia mayor de los procesos constructivos, con el fin de entregar a los clientes soluciones apropiadas que cumplan los requisitos según Yabin, Sarmiento, Gomez, Leal (2016). Y es que la construcción en todo el mundo está bajo una gran presión para generar cambios significativos en el sector. Un cambio a la vanguardia necesita una visión multidimensional que abarque diferentes perspectivas (Arriagada, 2019)

Uno de los más claros ejemplos es el Modelado de Información de Construcción, también conocido con sus siglas BIM (Building Information Modeling en inglés), es una metodología de construcción y es un concepto que en este último lustro se ha expandido increíblemente que está basado en la práctica de un método de trabajo en conjunto para la planeación, implementación y gestión de un edificio y/o estructura y la gestión de este. Este método se ha asentado en muchos países centroeuropeos y otros del continente americano, como lo menciona Meana, Bello, García (2019) en su análisis sobre la implementación de esta metodología en España.

Y es que BIM es considerada una tecnología revolucionaria que ha transformado el proceso de diseño y construcción de edificios, (Kerosuo, Miettinen, Paavola, Mäki, Korpelaa, 2015), y aunque las raíces de BIM se remontan a la investigación de modelado paramétrico realizada en Estados Unidos y Europa a fines de la década de los 70's y principios de la década de 80's,

la industria de Arquitectura-Ingeniería-Construcción (AEC) comenzó a usarla en proyectos desde mediados de la década 2000 según Azhar, Khalfan, Maqsood (2015). Además, BIM también contempla una versátil herramienta para analizar el ciclo de vida de las edificaciones y el eficiente uso de sus recursos, reducción, reúso y reciclado de residuos. (Mercado, Camporeale, Cozár, 2019).

Podemos decir que BIM representa no solamente una metodología, Building Information Modeling es un proceso de gestión de información a través de la planificación, diseño, implementación y gestión de un trabajo. Este no es un mero modelado tridimensional, sino más bien la creación de un sistema de información paramétrica a través del cual aumentar la información conectada al proyecto a través de la conexión directa del mismo a los elementos de construcción, el BIM es un proceso de gestión de información a través de las fases de planificación, diseño, construcción y gestión de una obra. Este no es un mero modelado tridimensional, sino más bien la creación de un sistema de información paramétrica a través del cual aumentar la información conectada al proyecto a través de la conexión directa del mismo a los elementos de construcción. (Camillo, Mastrolembo, Bolpagn, 2015)

Sin embargo, a pesar de encontrarnos a puertas de grandes avances tecnológicos, en Brasil, según Machado, Sotsek, Scheer, Santos (2018) se dice que pesar de los avances tecnológicos logrados en este sector, el mismo sistema de construcción todavía se utiliza desde la época colonial, que es el sistema de mampostería, esencialmente artesanal, basado en bloques de apilamiento. Si bien estos métodos de construcción son aún utilizados, no son los más seguros. Como estos casos, hay muchos y en un continente como Sudamérica aún más visibles. Es por eso qué, si bien esta metodología es muy usada, el por qué no sé conoce más sobre ella es una gran interrogante. Por ejemplo, según Loyola, López (2018) del total de usuarios de BIM, la gran mayoría indicó que la principal motivación para la implementación de la tecnología fue su «iniciativa propia» (65.4%). Solo un 24.0% indicó que fue requerido por entidades públicas o para un proyecto de índole público, pues la metodología BIM nace

“IMPACTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN”: una revisión sistemática de la literatura científica desde el 2015 hasta el 2019 con la voluntad de impulsar la innovación en el sector de la construcción, aspecto en el que ha permanecido inmóvil durante años (Castañón, Suárez, Manuel, Martínez, Del Olmo, 2018). Para la presente revisión sistemática se tiene como objetivo describir y presentar los estudios relacionados a la implementación de la metodología BIM y análisis de casos en su implementación, en este sentido surge la siguiente pregunta: ¿Cuál es el impacto de la implementación de la metodología BIM en la construcción, según las publicaciones académicas desde el año 2015 hasta el 2019?

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Los criterios de inclusión tomados en cuenta de los artículos referenciados y empleados en la presente revisión sistemática fueron los siguientes: artículos realizados publicados entre el año 2015 y el año 2019, haber estado redactado en lengua inglesa, italiana o española y que los artículos encontrados formen parte de revistas que promuevan la divulgación e investigación de temas científicos y se encuentren en bases de datos de investigación.

Para el proceso de búsqueda de los artículos científicos, se utilizaron la base de datos de Scielo, Dialnet, Redalyc, DOAJ, ResearchGate y World Wide Science para la búsqueda y selección de artículos científicos. Para la selección de artículos, se definieron tres etapas: preselección, selección general y selección definitiva. Se encontraron un aproximado de 337.000 artículos.

Para la búsqueda de los artículos se usaron las siguientes palabras claves: Modelado de la Información, BIM, Metodología de Construcción, Metodología BIM, Construcción Civil, Ingeniería, Arquitectura. También se incluyeron términos en inglés: BIM Methodology, Building Information Modeling, Engineering, Architecture BIM. Se delimitó una antigüedad de no más de 5 años, siendo el año 2015 el año límite. Se tomaron en cuenta los artículos redactados en inglés, español, italiano y portugués. Los artículos seleccionados ayudan a responder la pregunta planteada en el resumen.

Buscando en las bases de datos, se obtuvieron los siguientes resultados: en Scielo, se encontraron 11 artículos, en Dialnet, se encontraron 119 artículos, en Redalyc, se encontraron 125953 artículos, en DOAJ, se encontraron 12 artículos, en ResearchGate, se encontraron 100 artículos y en World Wide Science, se encontraron 211730 artículos. En total, se encontraron 337.925 artículos con las palabras de búsqueda establecidas. Se encontraron un aproximado de 500 artículos en la preselección, tomando en cuenta a todas las bases de datos consultadas. Para la selección general solamente 50 artículos pasaron los

“IMPACTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN”: una revisión sistemática de la literatura científica desde el 2015 hasta el 2019 criterios solicitados y finalmente se escogieron 25 artículos para la selección definitiva. Son los artículos que son parte de la presente revisión sistemática.

Los criterios de descarte fueron los siguientes: los artículos no debían tener una antigüedad de más de 5 años. Solo se aceptaron los artículos publicados hasta el año 2015. También se excluyeron los artículos que hacían referencia a otras ingenierías, como industrial, de sistemas o empresarial. Los artículos que no hayan sido publicados por medios reconocidos o de trayectoria en el mundo de la ingeniería fueron descartados.

Los criterios de búsqueda por cada base de datos fueron los siguientes:

Para la base de datos Scielo, se usaron los siguientes términos:

- BIM, metodología BIM, modelado de información de construcción, , modelado BIM.

Para la base de datos Dialnet, se usaron los siguientes términos:

- BIM, metodología construcción, modelado de información de construcción, MIC, modelado de construcción.

Para la base de datos DOAJ, se usaron los siguientes términos:

- Modelado BIM, Building Information Modeling, BIM Methodology, Construcción BIM

Para la base de datos de Redalyc.org. se usaron los siguientes términos:

- BIM, Modelado BIM, Metodología BIM, BIM en construcción, Building Information Modeling

Para la base de datos ResearchGate, se usaron los siguientes términos:

- BIM, Building Information Modeling, Modelado De Información De Construcción, BIM On construction.

Para la base de datos World Wide Science, se usaron los siguientes términos:

- MIC, BIM Methodology, Construction Methodology, Modelado de Información en la construcción.

A continuación, se mostrará la matriz de selección de datos de los artículos seleccionados, se está tomando en cuenta los siguientes datos:

- Autores
- Título de artículo (en idioma original)
- Año
- Fuente
- Nombre de la base de datos.
- Palabras clave (traducidas al idioma español)
- País
- Idioma

Tabla 1

Matriz de selección de datos de los artículos escogidos

N.º	Autores	Título	Año	Fuente	Base de Datos	Palabras Clave	País	Idioma
1	A. Enshassi; L. AbuHamra	Investigación de las funciones del modelado de la información de construcción en la industria de la construcción en Palestina	2016	Revista Ingeniería de Construcción RIC	Scielo	Modelado de la información de la construcción (BIM), funciones, profesional, construcción	Palestina	Español
2	A. Pérez; A.Barbudo; J. Ayuso; M. García; J. Rosales; A. López.	Introducción al modelado de información de construcción (BIM) en edificaciones e infraestructuras de ingeniería	2019	Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes	Dialnet	BIM, Formación, Innovación, Competencias	España	Español
3	A. Camillo; S. Mastrolembo; M. Bolpagn.	La validazione del contenuto informativo è la chiave del successo di un processo BIM-based	2015	Agenzia delle Entrate – Ministero dell’Economia e delle Finanze	DOAJ	Modelado de información de construcción (BIM), verificación de modelos, contratación pública.	Italia	Italiano
4	C. Jobim; M. Gonzalez; R. Edelweiss; A. Kern.	Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en 2015	2017	Revista Ingeniería de Construcción RIC	Scielo	BIM, proyecto, construcción civil	Brasil	Español
5	C. Castañón; B. Suárez; J. Manuel; J. Martínez; J. Del Olmo.	La metodología BIM en la elaboración de proyectos de estructuras e infraestructuras en Idom	2018	Revista de Obras Públicas	ResearchGate	BIM, proyecto de estructuras, proyecto de infraestructuras, diseño y cálculo de estructuras	España	Español

6	C. Bueno; M. Minto.	Application of Building Information Modelling (BIM) to perform life cycle assessment of buildings	2016	Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da	DOAJ	Evaluación del ciclo de vida. Modelado de información de construcción (BIM). Evaluación ambiental de edificios. Elementos constructivos.	Brasil	Inglés
7	D. Santos; J. Magalhães; J. Santos; W. Santos; M. Malheiros.	Uso Do Bim: Aplicação No Programa Governamental Minha Casa, Minha Vida Faixa Dois	2018	Revista Psicologia e Saúde em Debate	DOAJ	Compatibilidad; Modelado paramétrico; Interoperabilidad; Modelado de información de construcción.	Brasil	Portugués
8	E. L. Machado; N. C. Sotsek; S. Scheer.	Selection of constructive systems using BIM and multicriteria decision-making method	2017	Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción.	Redalyc.org	sistemas constructivos, modelado de información de edificios, BIM, AHP.	Brasil	Inglés
9	E. Nieto; F. Rico; J. Moyano; P. Díaz; D. Antón	Implementación de Metodología BIM en el grado de Edificación. Modelo de Taller-Integrador en la asignatura de expresión gráfica de Tecnologías	2018	CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EDIFICACIÓN	ResearchGate	Metodología BIM, Integración interdisciplinar, Trabajo Colaborativo	España	Español
10	G. Oussouboure	La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM.	2017	Revista de Arquitectura e Ingeniería	Dialnet	Asignación de recursos, Dirección, Gestión de proyectos, Proyecto vial.	Cuba	Español
11	H. Kerosuo; R. Miettinen; S. Paavola; T. Mäki; J. Korpela.	Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects	2015	Revista Production	Redalyc.org	Modelado de información de construcción, Interfaces sociales Actividad cultural-histórica, Aprendizaje expansivo, Proyecto de ciclo de vida.	Finlandia	Inglés

12	H. Porras; O. Sánchez; J. Galvis; N. Jaimez; K. Castañeda	Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado	2015	Revista Entramado	Redalyc.org	Building Information Modeling, costo de construcción, estimación de costos, gestión de proyectos, Integración de proyectos, presupuesto.	Colombia	Español
13	J. Dantas; J. Barros; B. Maciel.	Value stream mapping of a BIM based virtual construction process	2017	Ambiente Construído Revista on-line da ANTAC	Scielo	Construcción virtual; Mapeo de flujo de valor; BIM	Brasil	Portugués
14	J. Jurado; O. Lliébana; M. Gómez;	Uso de BIM como herramienta de integración en talleres de Tecnología de la edificación	2015	Congreso Internacional BIM	ResearchGate	BIM, taller de integración, tecnología, universidad, competencias	España	Español
15	K. Campos; H. de Castro; R. Canedo; H. Martins.	Mapping study of refences of the use of BIM in the compatibilization of projects in civil construction	2017	Revista Electronica de Engenharia Civil	DOAJ	Compatibilidad; Gestión de proyectos; BIM Estudio de mapeo	Brasil	Portugués
16	M. Mercader; P. Camporeale; E. Cózar;	Evaluación de Impacto Ambiental mediante la introducción de Indicadores a un modelo BIM de Vivienda Social.	2019	Revista Hábitat Sustentable Vol. 9,	Scielo	Energía incorporada, emisiones de CO2, residuos de demolición y construcción, diseño por ordenador	España	Español
17	M. Loyola; F. López.	Evaluación de la adopción a macro-escala de Building Information Modeling en Chile	2018	Revista Ingeniería de Construcción RIC	Scielo	Modelado de información de construcción, difusión de tecnología, industria chilena AECO	Chile	Inglés

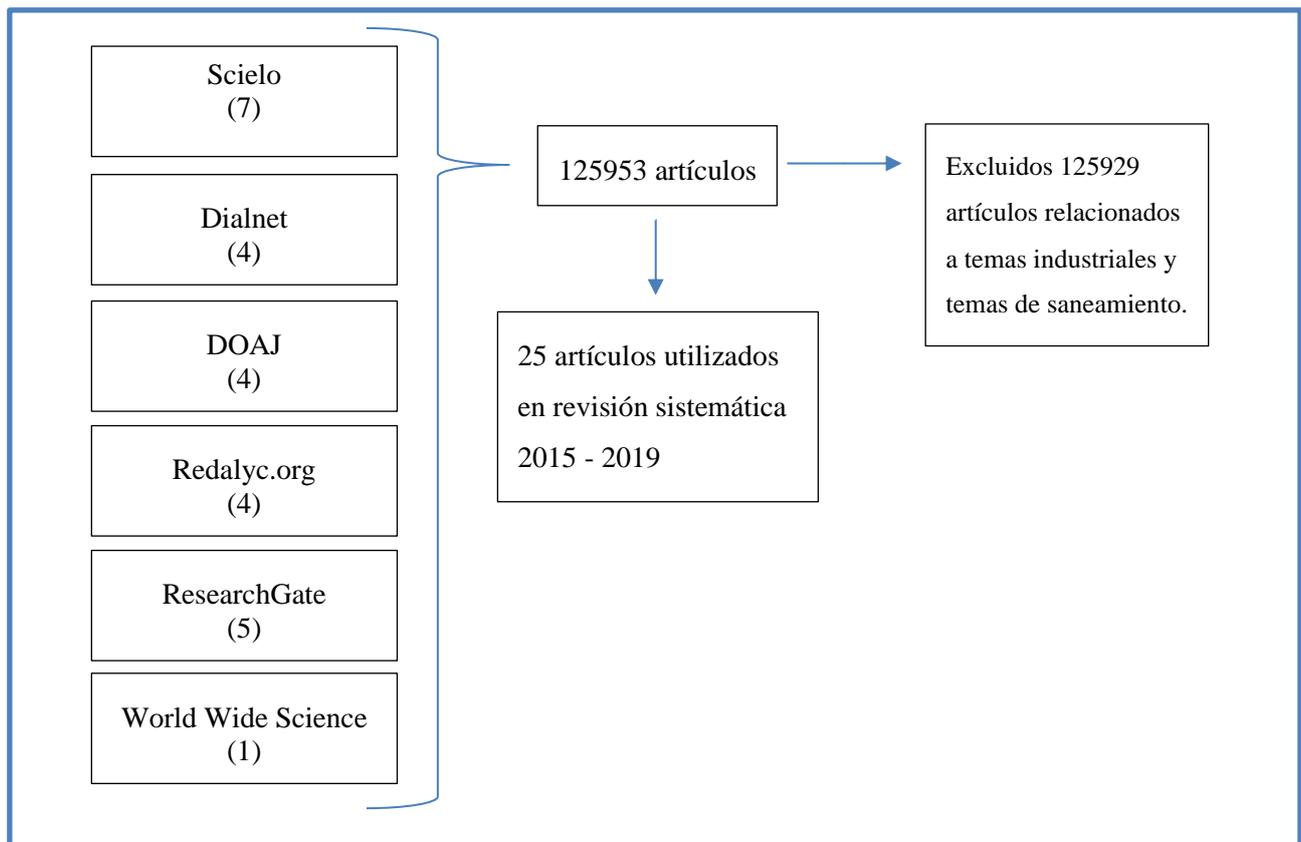
18	M. Arboleda; D. Valencia; A. Gomez; Y. Alvarado.	Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso	2016	Ingeniería Revista Académica	Redalyc.org	Building Information Modeling (BIM), Gestión de proyectos, Integración de proyectos, Modelos BIM.	Mexico	Español
19	P. del Solar; S. Andrés; M. Vivas; A. de la Peña; O. Liébana.	Uso BIM en proyectos de construcción en España	2016	Revista buildingSMART Spanish Chapter	Dialnet	BIM, Arquitectura, Ingeniería de la edificación, Construcción.	España	Español
20	R. Blanco; J. Martínez; B. Mozas, M. García; A. Arcos	Uso de la metodología BIM en la remodelación de un puente existente	2019	Anales de Edificación	ResearchGate	BIM; infraestructura; proyectos; software; diseño de puente de arco.	España	Español
21	R. Arriagada;	Sustentabilidad mejorada de edificaciones en zonas sísmicas	2019	Revista de la Construcción	Scielo	Edificación en altura, ciclo de vida, modelo BIM, sustentabilidad, productividad, constructabilidad, innovación	Chile	Español
22	S. Azhar; M. Khalfan; T. Maqsood.	Building information modelling (BIM): now and beyond	2015	Directory of Open Access Journals (Sweden)	World Wide Science	Modelado de información de construcción (BIM), modelado n-D, colaboración, proyecto integrado	Suecia	Inglés
23	V. Meana; A. Bello; R. García.	Análisis de la implantación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial en España bajo la perspectiva de las competencias.	2019	Revista Ingeniería de Construcción RIC	Scielo	Delivery (IPD), Tecnología de la información, Gestión de proyectos	España	Español

24	Y. Jiménez ; J. Sebastián; A. Gómez; G. Leal.	Análisis de sostenibilidad ambiental de edificaciones empleando metodología BIM (Building Information Modeling)	2016	Ingeniería y Competitividad, Volumen 19	Dialnet	BIM, Ingeniería Industrial, Universidad, Competencias, Formación	Colombia	Español
25	K, Zima; E, Plebankiewicz; D, Wieczorek	A SWOT Analysis of the Use of BIM Technology in the Polish Construction Industry	2019	Revista MDPI	ResearchGate	Building information modeling; BIM; construction management; SWOT	Polonia	Inglés

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Durante la búsqueda de información se encontraron un total de 125953 artículos, simplificando y aplicando los criterios de selección se tuvo un total de 25 artículos científicos, de los cuales 7 artículos pertenecen a la base de datos Scielo, 04 artículos de Dialnet, 04 artículos de DOAJ, 04 artículos de Redalyc.org, 05 de ReseachGate y 01 artículo de World Wide Science; con 08 artículos de España, 06 artículos de Brasil, 02 artículos de Chile y Colombia respectivamente y un artículo de Cuba, Polonia, Finlandia, Italia, México, Palestina y Suecia. Finalmente, las búsquedas se registraron en 4 idiomas: 15 artículos en español, 6 en inglés, 3 portugués y 1 artículo en italiano.

Figura 1: Diagrama de flujo en función a la búsqueda de la información de estudio.



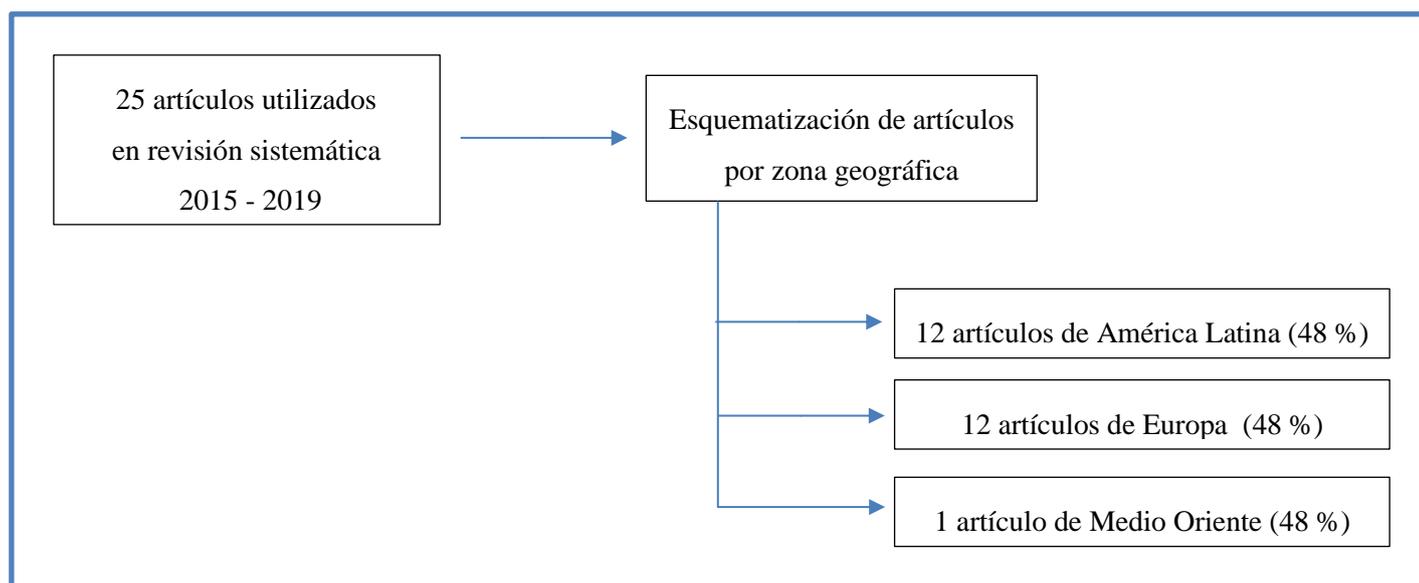
Elaboración propia

Tabla 2
Artículos seleccionados por Países.

País	N.º de artículos	% porcentaje
España	8	32 %
Brasil	6	24 %
Chile	2	8 %
Colombia	2	8 %
Cuba	1	4 %
Finlandia	1	4 %
Italia	1	4 %
México	1	4 %
Palestina	1	4 %
Suecia	1	4 %
Polonia	1	4 %
Total	25	100 %

En la tabla N°1 se encontró que España tiene la mayoría de los estudios relacionados a la presente revisión sistemática con 8 artículos que representan un 32 %, seguido de Brasil con 6 artículos que representan un 24 %, 2 artículos de Chile y Colombia que representa 8 % respectivamente y Cuba, Polonia, Finlandia, Italia, México, Palestina y Suecia con 1 artículo cada uno que representa el 4 %. Analizando la tabla, podemos observar cómo claramente existe una gran cantidad de artículos que provienen de América Latina y Europa, ya que ambos tienen un 48 % respectivamente y solo un 1 % de medio oriente.

Figura 2: *Diagrama de esquematización de artículos por zona geográfica.*



Elaboración propia

Tabla 3

Artículos seleccionados por bases de datos.

Base de Datos	N.º de artículos	% porcentaje
Scielo	7	28 %
Dialnet	4	16 %
DOAJ	4	16 %
Redalyc.org	4	16 %
ResearchGate	5	20 %
World Wide Science	1	4 %
Total	25	100 %

En la tabla N°2 se muestra que en la base de datos Scielo se encontraron la mayor cantidad de artículos relacionados a la presente revisión sistemática con un 28 %, seguido de Dialnet, DOAJ y Redalyc.org con un 16 % cada uno respectivamente, mientras que ResearchGate con 5 artículos, representa un 20 % del total de artículos y World Wide Science con un 4.16%

Tabla 4

Artículos seleccionados por año de publicación.

Año	N.º de artículos	% porcentaje
2015	5	20 %
2016	5	20 %
2017	5	20 %
2018	4	16 %
2019	6	24 %
Total	25	100 %

En la tabla N°3 se encontró mayor incidencia en el año 2019, donde se encontraron 6 artículos, siendo un 24 % del total de artículos, seguidamente, los años 2015, 2016 y 2017 encontrándose 5 artículos en cada uno de los años mencionados, los cuales representa un 20%. Y finalmente, en el año 2018 se encontraron 4 artículos representando el 16 %. Se puede observar según la tabla 3, hay más artículos en este año pasado que en los años anteriores, lo que sugiere que cada año, la metodología BIM, está en desarrollo y siendo muy considerada por las empresas.

Tabla 5

Artículos seleccionados según el idioma.

País	N.º de artículos	% porcentaje
Español	15	60 %
Inglés	6	24 %
Portugués	3	12 %
Italiano	1	4 %
Total	25	100%

En la tabla N°4 se encontró que el idioma español cuenta con más artículos tiene la mayoría de los estudios relacionados a la presente revisión sistemática con un 60 %, le sigue el idioma inglés con 6 artículos representando un 24 %, mientras que la lengua portuguesa con 3 artículos tiene un 12 % y con 1 solo artículo, el idioma italiano representa un 4 %.

El análisis de los artículos permite afirmar que el impacto de BIM es notorio económicamente, a la hora de analizar y detectar posibles errores, además su implementación a futuro en proyectos de construcción es segura, pues según el NBS (National BIM Report) que analizó en 2015 la adopción de BIM en el Reino Unido, el 50% de los participantes encuestados son conscientes de las herramientas BIM y las utilizan de forma regular y el 83% esperan usarlo en el plazo de un año según Del Solar, Andrés, Vivas, De la Peña, Liébana (2016).

Además, para Campos, De Castro, Canedo, Martins (2017) la búsqueda de soluciones de la industria que ofrezcan proyectos de mejor calidad, combinada con la integración de la tecnología de la información en los sitios de construcción, es el horizonte perfecto para la expansión de esta tecnología.

El uso de modelos tridimensionales completos y efectivos reduce la posibilidad de errores ya en las etapas preliminares de diseño. Por lo tanto, el aspecto de investigación apoya una búsqueda de desfragmentación del proceso del proyecto. Se puede anticipar un límite donde todos los equipos involucrados trabajarán junto. También, la incursión de la metodología BIM como nuevo estándar en el sector de la construcción en todas las fases del

“IMPACTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN”: una revisión sistemática de la literatura científica desde el 2015 hasta el 2019 proceso constructivo conlleva una revolución total a todos los niveles el sector según Pérez, Barbudo, Ayuso, García, Rosales, López (2019) teniendo en cuenta la importancia de sus funciones que según Enshassi, AbuHamra (2016) son: Gestión de datos y utilización en la planificación, operación y mantenimiento, diseño visualizado y análisis, construcción y operación. (Enshassi, AbuHamra 2016)

Sin embargo, los problemas derivados de los fracasos de los proyectos, que impactan en la construcción, han sido un obstáculo para lograr la eficiencia. (D. Santos, J. Magalhães, J. Santos, W. Santos, M. Malheiros, 2016).

Por lo que el impacto de implementar BIM es notorio como son la detección temprana de conflictos entre proyectos de diferentes especialidades, incorporación de dimensión temporal e información sobre la ejecución, uso y mantenimiento, integración con proveedores, simulacro posibilidades de automatización y automatización de procesos en el proyecto, como cuantificación, cargas, cronograma, costos estimados, etc. (Bueno, Minto, 2016) Y lo importante es que el desarrollo del nuevo conocimiento que brinda la metodología BIM y el apoyo de las herramientas informáticas, sobre la base del dominio de la Dirección Integrada de Proyecto, es un nuevo reto que tienen las organizaciones integradas en el desarrollo de las investigaciones y proyectos de desarrollo que permiten adecuar estos nuevos conocimientos a las condiciones ambientales, en cuando a la capacitación, la madurez y necesidad de alcanzar mejores resultados asociados a la reducción del plazo, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida por el cliente y las partes interesadas en un proceso en el que la preparación del proyecto antes de su ejecución garantiza de mejor forma estos resultados según Oussouboure (2016)

Por otro lado, con el modelo BIM, se logra representar gráficamente las características físicas de la topografía y los elementos de construcción del proyecto, además de una integración de la información de construcción con los diferentes elementos (Porras, Sánchez, Galvis, Jaimez, Castañeda, 2015).

Al analizar los artículos recopilados, podemos observar que BIM ofrece una gran variedad de nuevas posibilidades para el diseño no solo de edificios, sino también de infraestructuras civiles. Y estas posibilidades pueden aumentar el valor del proyecto total de diferentes maneras, lo cual genera un gran impacto. Los artículos consultados prueban que BIM permite la reducción de tiempo y una mejor eficiencia (ya que todos los elementos se alinean y que, realizando un cambio en uno de ellos, se actualiza automáticamente en todo el modelo y en todos los planos), haciendo cuantificaciones más rápidas y precisas, y mejor teletrabajo, pues permite a las personas trabajar en el proyectar simultáneamente sin interferir entre sí). (Blanco, Martínez, Mozas, García, Arcos, 2019). Mencionando el tema de BIM y las incompatibilidades, Fuentes (2013): Cerca del 70% de solicitudes de contratistas, hacen referencia a las incompatibilidades entre los planos de arquitectura y estructuras y, de no ser resueltas a tiempo, traen grandes consecuencias, pues estas impactan directamente en aspectos como: los plazos de entrega del proyecto, conflictos contractuales, la calidad se ve afectada por trabajos de reconstrucción o refacciones, pérdida de horas del personal encargado de realizar labores administrativas y de seguimiento de información y lo que se considera el mayor impacto, nuevos costos adicionales al presupuesto estimado. Tomando como punto importante el costo de un proyecto de construcción y las incompatibilidades en BIM, menciona Viñas (2015) que el incremento en el costo contractual de los proyectos puede llegar a ser menor del 2%. Tomando como ejemplo, el caso del proyecto LUM, usando BIM, se llegó a detectar una interferencia entre los ductos de extracción de monóxido y las zapatas, lo que permitió generar un deductivo de S/92,000 nuevos soles. Viñas (2015) BIM ayuda a notoriamente en el ahorro del presupuesto de un proyecto.

Las penalidades por faltar al plazo de entrega de proyecto también traen consecuencias graves, muy aparte del deterioro de la relación comercial que existe entre la constructora y el cliente, debido al desgaste en las negociaciones de cada

“IMPACTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN”: una revisión sistemática de la literatura científica desde el 2015 hasta el 2019 uno de los costos extras, ampliación del plazo o retrabajos cuya causa son modificaciones ordenadas por el cliente, deficiencia en el diseño del registro del proyecto y/o incongruencias no detectadas a tiempo por el constructor. Como ejemplo, Viñas (2015) menciona que en dos proyectos grandes analizados, se tuvieron que asumir penalidades de S/1.000.000 de soles y S/171.224 soles, lo que equivale a un 5.6% y 1.19% del costo contractual de obra, respectivamente y también recalca que, el impacto al implementar BIM en la empresa es notorio, pues más allá de lo económico, mejora la imagen de la empresa, genera valor agregado a los clientes en sus inversiones.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

En conclusión, los impactos de la implementación de la metodología BIM en el sector construcción, según la revisión de la literatura científica realizada, son positivos y notables:

1. Podemos concluir que la implementación de la metodología BIM resulta de gran beneficio según Jurado, Lliébana, Gomez (2015) para disminuir la posibilidad de variación del presupuesto real versus el presupuesto ejecutado, tomando en cuenta los procesos de estimación del costo de estructuras en concreto reforzado, etc. Además, genera beneficios para el mercado de la construcción (impacto económico).
2. Podemos concluir que BIM es un campo de estudio en expansión que incorpora muchos campos de conocimiento dentro de la industria de arquitectura, ingeniería, construcción y operaciones. Además, se pueden observar estudios que asocian este tema a diferentes áreas de actividad. (Dantas, Barros, Maciel, 2017)
3. Para Arboleda, Valencia, Gomez, Alvarado (2016) la metodología de trabajo BIM configura un proceso que permite generar, almacenar, administrar, intercambiar y distribuir información de una edificación de manera reutilizable e interoperable lo que origina ahorros sustanciales de tiempo en los procesos de diseño y construcción que se traducen en disminución de costos y mayor competitividad del sector. Por este motivo, esta metodología innovadora incorpora sistemas vanguardistas que la sociedad requiere. (Nieto, Rico, Moyano, Díaz, Antón, 2018).

El poco uso de esta metodología y los pocos casos presentes en nuestro país fueron parte de las limitaciones al momento de realizar el presente estudio. Como recomendación, impulsar el uso de BIM en nuestro país puesto que el impacto, como en otros países, es beneficioso y la pronta inclusión de esta metodología en las mallas curriculares en las escuelas de educación superior para forjar profesionales con visión de esta tecnología.

REFERENCIAS

- Arboleda, M., Valencia, D., Gómez, A. & Alvarado, Y. (2016) Planificación Y Control De Proyectos Aplicando “Building Information Modeling” Un Estudio De Caso. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750927004>
- Arriagada, R. (2019) Sustentabilidad mejorada de edificaciones en zonas sísmicas. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-915X2019000100167&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Azhar, S., Khalfan, M. & Maqsood, T. (2015) Building Information Modeling (BIM): Now And Beyond. Recuperado de <https://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/AJCEB/article/view/3032>
- Blanco, R., Martínez, J., Mozas, B., García, M. & Arcos, A. (2019) Uso De La Metodología BIM En La Remodelación De Un Puente Existente. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/341038680_Uso_de_la_metodologia_BIM_en_la_remodelacion_de_un_puente_existente_Use_of_BIM_methodology_in_the_re-modelling_of_an_existing_bridge?sg=w9BZeeF11QoQMKK92VcE8TYVr-tY73LyqrXI9H84Rvpq4Mr0aZBkHUgp4xb-jFNAY_O8TbKTCFtQm-8
- Bueno, C. & Minto, M. (2016) Application Of Building Information Modelling (BIM) To Perform Life Cycle Assessment Of Buildings. Recuperado de <http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/101238/119753>
- Camillo, A., Mastrolembro, S. & Bolpagn, M. (2015) La Validazione Del Contenuto Informativo È La Chiave Del Successo Di Un Processo BIM-Based. Recuperado de https://agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/324407/Bim+based_BIM-based+IT.pdf/fe55413b-b8e4-2937-1000-0982c55e3967

Campos, K., De Castro, H., Canedo, R. & Martins, H. (2017) Mapping Study Of Refences Of The Use Of BIM In The Compatibilization Of Projects In Civil Construction.

Recuperado de

<https://pdfs.semanticscholar.org/4a22/6f603e2c24ae661380fcdb1943ac30c0faa6.pdf>

Dantas, J., Barros, J. & Maciel, B. (2017) Value Stream Mapping Of A BIM Based Virtual Construction Process. Recuperado de [https://www.scielo.br/pdf/ac/v17n4/1678-](https://www.scielo.br/pdf/ac/v17n4/1678-8621-ac-17-04-0343.pdf)

[8621-ac-17-04-0343.pdf](https://www.scielo.br/pdf/ac/v17n4/1678-8621-ac-17-04-0343.pdf)

Del Solar, P., Ortega, S., Vivas, M., De la Peña, A. & Liébana, O. (2016) Uso BIM en proyectos de construcción en España. Recuperado de

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5776220>

Enshassi, A. & AbuHamra, L. (2016) Investigación De Las Funciones Del Modelado De La Información. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v31n2/art06.pdf>

Ferreira, Urrutia & Coello (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación, Revista española de cardiología. Recuperado de

<https://www.revespcardiol.org/es-revisiones-sistematicas-metaanalisis-basesconceptuales-articulo-S0300893211004507>.

Jiménez, Y., Sebastián, J., Gómez, A. & Leal, G. (2016) Análisis De Sostenibilidad Ambiental De Edificaciones Empleando Metodología BIM (Building Information Modeling).

Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6007061>

Jobim, C., Gonzales, M., Edelweiss, R. & Kern, A. (2018) La Metodología BIM En La Elaboración De Proyectos De Estructuras E Infraestructuras En Ldom.

Recuperado de <https://www.idom.com/wp-content/uploads/2018/05/pdf-ROP-con-texto-casta%C3%B1on.pdf>

Jurado, J., Liébana, O. & Gómez, M. (2015) Uso De BIM Como Herramienta De Integración En Talleres De Tecnología De La Edificación. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265440664017>

Kerosuo, H., Miettinen R., Paavola, S., Mäki, T. & Korpela, J. (2015) Challenges Of The
Expansive Use Of Building Information Modeling (BIM) In Construction Projects.
Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396742061006>

Loyola, M. & López, L. (2018) Evaluación De La Adopción A Macro-Escala De Building
Information Modeling En Chile: 2013-2016. Recuperado de
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-915X2018000100158&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Machado, E., Sotsek, N. & Scheer, S. (2017) Selection Of Constructive Systems Using BIM
And Multicriteria Decision-Making Method

Meana, V., Bello, A. & García, R. (2019) Análisis De La Implantación De La Metodología
BIM En Los Grados De Ingeniería Industrial En España Bajo La Perspectiva De
Las Competencias. Recuperado de
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000200169

Mercader, M., Camporeale, P. & Cózar, E. (2019) Evaluación de Impacto Ambiental
mediante la introducción de Indicadores a un modelo BIM de Vivienda Social.
Recuperado de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/3732/3707>

Nieto, E., Rico, F., Moyano, J., Díaz, P. & Antón, D. (2018) Implementación de Metodología
BIM en el grado de Edificación. Modelo de Taller-Integrador en la asignatura de
expresión gráfica de Tecnologías. Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/314398613_implementation_of_bim_methodology_in_the_university_degree_of_building_model_of_workshop-integrator_in_the_subject_of_graphic_expression_of_technologies

Oussouboure, G. (2017) La Asignación De Recursos En La Gestión De Proyectos Orientada
A La Metodología BIM. Recuperado de
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6450734.pdf>

Pérez, A., Barbudo, A., Ayuso, J., García, M., Rosales, J. & López, A. (2019) Introducción Al Modelado De Información De Construcción (BIM) En Edificaciones E Infraestructuras de Ingeniería. Recuperado de <https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/ripadoc/article/view/12329/pdf>

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. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265440664017>

Santos, D., Magalhães, J., Santos, J., Santos, W. & Malheiros, M. (2018) Uso Do BIM: Aplicação No Programa Governamental Minha Casa, Minha Vida Faixa Dois. Recuperado de: <http://psicodebate.dpgpsifpm.com.br/index.php/periodico/article/view/451>

Viñas, V. (2015). Bim, Para Asegurar El Costo Contractual De Obra Y Su Implementación En Un Proyecto Multifamiliar. (Tesis para optar por el título de Maestría en Dirección de la Construcción). Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/596038/BIM+,+para+asegurar+el+costo+Contractual+de+obra+y+su+implementaci%F3n+en+un+Proyecto+Multifamiliar.pdf;jsessionid=DD874AB344719A024A7E5FC1BB25F609?sequence=1>

Zima, K., Plebankiewicz, E. & Wiczorek, D. (2019) A SWOT Analysis of the Use of BIM Technology in the Polish Construction Industry. Recuperado de : https://www.researchgate.net/figure/Overview-of-global-BIM-adoption-18_fig1_338721339