



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Manual de implementación de la metodología del modelado de información para la construcción en la gestión de obras en la micro y pequeña empresa del sector construcción bajo el plan de implementación del modelado de la información para la construcción en el Perú.

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Bernaola Perez, Diego Jesus
ORCID: 0000-0003-3651-6116

Romero Santos, Irvin
ORCID: 0000-0002-0750-301X

ASESOR

Fernández Reynaga, Rodolfo
ORCID: 0000-0002-6020-1766

Lima, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de los autores

Bernaola Perez, Diego Jesus

DNI: 75839443

Romero Santos, Irvin

DNI: 70506018

Datos de asesor

Fernández Reynaga, Rodolfo

DNI: 09371579

Datos del jurado

JURADO 1

Pereyra Salardi, Enriqueta

DNI: 06743824

ORCID: 0000-0003-2527-3665

JURADO 2

Davila Fernandez, Susana Irene

DNI: 09147106

ORCID: 0000-0002-6949-1317

JURADO 3

Delgado Contreras, Genaro Alfredo Jesus

DNI: 06621687

ORCID: 0000-0002-4612-0433

JURADO 4

Carbajal Olortigue, Luis Alberto

DNI: 09160106

ORCID: 0000-0001-5928-3971

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Diego Jesus Bernaola Perez, con código de estudiante N° 201510319, con DNI N° 75839443, con domicilio en urb. Juan XXIII 188, distrito Chincha Baja, provincia y departamento de ICA, e Irvin Romero Santos, con código de estudiante N° 201011833, con DNI N° 70506018, con domicilio en Av. La Merced 159, distrito Miraflores, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

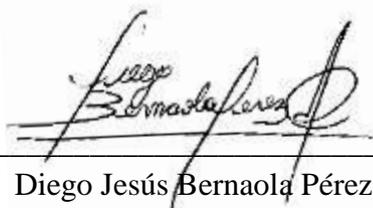
La presente tesis titulada: “Manual de implementación de la metodología del modelado de información para la construcción en la gestión de obras en la micro y pequeña empresa del sector construcción bajo el plan de implementación del modelado de la información para la construcción en el Perú” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Rodolfo Fernández Reynaga, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 24% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

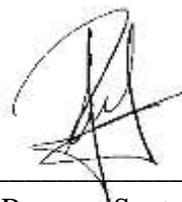
En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 26 de febrero de 2024



Diego Jesús Bernaola Pérez

DNI N° 75839443



Irvin Romero Santos

DNI N° 70506018

INFORME DE ORIGINALIDAD – TURNITIN

Manual de implementación de la metodología del modelado de información para la construcción en la gestión de obras en la micro y pequeña empresa del sector construcción bajo el plan de implementación

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to umb Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1%

repositorio.uladech.edu.pe

DEDICATORIA

“Dedicamos el trabajo de investigación al micro y pequeño empresario del sector construcción que día a día lucha por sobresalir en el mercado peruano. Es siempre necesario darles alternativas que puedan hacerlos crecer.”

Bernaola Pérez, Diego y Romero Santos, Irvin

AGRADECIMIENTO

“Agradezco a mis padres, abuelos, hermano y amigos por ser el motor que impulsó mi crecimiento profesional, por ser la energía que me faltaba cuando pensé que no podía.”

Bernaola Pérez, Diego Jesús

“Agradezco a mis padres por siempre estar presentes, constantes y fieles a la creencia de que se lograría.”

Romero Santos, Irvin

INDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD – TURNITIN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos	2
1.1.1 Descripción del problema	2
1.1.2 Problema General	2
1.1.3 Problemas Específicos	3
1.2. Objetivos, hipótesis y variables de la investigación	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.2.3. Hipótesis general.....	3
1.2.4. Hipótesis Específicas	3
1.2.5. Variable Independiente	3
1.2.6. Variable Dependiente	4
1.3. Delimitación de la investigación.....	5
1.3.1. Delimitación social	5
1.3.2. Delimitación espacial.....	6
1.4. Importancia y justificación de la investigación	6
1.4.1. Importancia de la investigación	6
1.4.2. Justificación de la investigación	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Marco histórico	8
2.2. Antecedentes	10

2.2.1 Investigaciones nacionales.....	10
2.2.2 Investigaciones internacionales	12
2.3. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio.....	13
2.3.1. BIM en el mundo	14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1. Método de trabajo	16
3.1.1. Nivel de la investigación.....	16
3.1.2. Diseño de la investigación	16
3.1.3 Método de recolección.....	16
3.1.4 Evaluación de datos	17
3.1.5 Implementación de la metodología BIM	18
3.2. Encuesta a una muestra representativa de MYPE	18
3.3 Manual de procedimientos de implementación BIM.....	34
3.3.1. Objetivos y Alcances	34
3.3.2. Plan de Implementación.....	34
3.3.3. Posición y Orientación del modelado.....	45
3.3.4. Entregables BIM.....	45
3.3.5. Procesos de implementación BIM.....	52
3.3.6. Funciones y responsabilidades	52
3.3.7. Aseguramiento y control de seguridad	53
3.3.8. Aseguramiento y control de calidad del modelo	53
3.3.9. Aseguramiento y control de calidad de los datos	53
3.3.10. Beneficios	53
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS	59
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS.....	70
ANEXO	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Operacionalización.....	4
Tabla 2. Tamaño de muestra según nivel de confianza	17
Tabla 3. Resultados a la pregunta N°01 de la encuesta	19
Tabla 4. Resultados a la pregunta N°02 de la encuesta	20
Tabla 5. Resultados a la pregunta N°03 de la encuesta	21
Tabla 6. Resultados a la pregunta N°04 de la encuesta	22
Tabla 7. Resultados a la pregunta N°05 de la encuesta	23
Tabla 8. Resultados a la pregunta N°06 de la encuesta	24
Tabla 9. Resultados a la pregunta N°07 de la encuesta	25
Tabla 10. Resultados a la pregunta N°08 de la encuesta	26
Tabla 11. Resultados a la pregunta N°09 de la encuesta	27
Tabla 12. Resultados a la pregunta N°10 de la encuesta	28
Tabla 13. Resultados a la pregunta N°11 de la encuesta	29
Tabla 14. Resultados a la pregunta N°12 de la encuesta	30
Tabla 15. Resultados a la pregunta N°13 de la encuesta	31
Tabla 16. Resultados a la pregunta N°14 de la encuesta	32
Tabla 17. Level of Development	37
Tabla 18. Hardware Gamma Media.....	42
Tabla 19. Hardware Gamma Media Alta.....	43
Tabla 20. Hardware Gamma Alta	44
Tabla 21. Consideraciones Generales (Entregables)	45
Tabla 22. Pautas Generales (Entregables)	47
Tabla 23. Pautas Generales (Entregables)	48
Tabla 24. Pautas Generales (Entregables)	49
Tabla 25. Pautas Generales (Entregables)	51
Tabla 26. Presupuesto Anual	57
Tabla 27. Respuestas a la Pregunta N°01 de la encuesta de validación	60
Tabla 28. Respuestas a la Pregunta N°02 de la encuesta de validación	61
Tabla 29. Respuestas a la Pregunta N°03 de la encuesta de validación	62
Tabla 30. Respuestas a la Pregunta N°04 de la encuesta de validación	63
Tabla 31. Respuestas a la Pregunta N°05 de la encuesta de validación	64
Tabla 32. Respuestas a la Pregunta N°06 de la encuesta de validación	65
Tabla 33. Respuestas a la Pregunta N°07 de la encuesta de validación	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao....	7
Figura 2. Beneficios de la aplicación del BIM	7
Figura 3. Gráfico de resultados a la pregunta N°01 de la encuesta	20
Figura 4. Gráfico de resultados a la pregunta N°02 de la encuesta	21
Figura 5. Gráfico de resultados a la pregunta N°03 de la encuesta	22
Figura 6. Gráfico de resultados a la pregunta N°04 de la encuesta	23
Figura 7. Gráfico de resultados a la pregunta N°05 de la encuesta	24
Figura 8. Gráfico de resultados a la pregunta N°06 de la encuesta	25
Figura 9. Gráfico de resultados a la pregunta N°07 de la encuesta	26
Figura 10. Gráfico de resultados a la pregunta N°08 de la encuesta	27
Figura 11. Gráfico de resultados a la pregunta N°09 de la encuesta	28
Figura 12. Gráfico de resultados a la pregunta N°10 de la encuesta	29
Figura 13. Gráfico de resultados a la pregunta N°11 de la encuesta	30
Figura 14. Gráfico de resultados a la pregunta N°12 de la encuesta	31
Figura 15. Gráfico de resultados a la pregunta N°13 de la encuesta	32
Figura 16. Gráfico de resultados a la pregunta N°14 de la encuesta	33
Figura 17. Nivel de información necesaria (LOIN).....	35
Figura 18. Software REVIT	40
Figura 19. Software REVIT - Vistas	40
Figura 20. Software NAVISWORKS	41
Figura 21. Software NAVISWORKS - Vistas.....	41
Figura 22. Realidad virtual	54
Figura 23. Interferencia de especialidades (Realidad).....	55
Figura 24. nterferencia de especialidades (NavisWorks)	55
Figura 25. Modelamiento 3D (Revit)	56
Figura 26. Gráfico de respuestas a la Pregunta N°01 de la encuesta de validación	60
Figura 27. Gráfico de respuestas a la Pregunta N°02 de la encuesta de validación	61
Figura 28. Gráfico de respuestas a la Pregunta N°03 de la encuesta de validación	62
Figura 29. Gráfico de respuestas a la Pregunta N°04 de la encuesta de validación	63
Figura 30. Gráfico de respuestas a la Pregunta N°05 de la encuesta de validación	64
Figura 31. Gráfico de respuestas a la Pregunta N°06 de la encuesta de validación.	65
Figura 32. Gráfico de respuestas a la Pregunta N°07 de la encuesta de validación	66

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación se basa en la necesidad que tendrá la micro y pequeña empresa del sector construcción en el Perú para la implementación del modelamiento de la información para la construcción (BIM) o causa del nuevo Decreto Supremo Nro. 237-2019-EF, el cual obligará a que toda empresa que desee licitar con el estado, tener completamente implementada esta metodología en su organización. Mediante una encuesta realizada, se demuestra que el concepto de lo que es la metodología BIM es escaso y por ello en los capítulos siguientes se dará mayor conocimiento de todo lo que es realmente esta metodología y los beneficios que brinda a las empresas su correcta implementación y aplicación.

En el presente trabajo también se encontrará una guía sencilla y amigable con el lector donde se mostrarán los procedimientos necesarios para una correcta implementación de la metodología BIM bajo los estándares del Plan BIM Perú 2025. Asimismo, se ha elaborado un presupuesto anual para la implementación de esta metodología en la realización de proyectos de pequeña, mediana y de grande envergadura.

Finalmente, la guía de implementación de la metodología BIM se evaluó bajo el criterio de profesionales especialistas en el tema de implementación BIM y de micro y pequeñas empresas para así poder validarla.

Palabras clave: metodología BIM, decreto supremo, implementación, beneficios.

ABSTRACT

The objective of this investigation is based on the future need of micro and small companies in the construction sector in Peru to implement the BIM methodology due to the new Supreme Decree No. 237-2019-EF, which will force all companies that wishes to bid with the state, must be fully implemented with this methodology in their organization.

Through a survey carried out, it is shown that the concept of what the BIM methodology is scarce and therefore in the following chapters greater knowledge will be given of everything that the BIM methodology means and the benefits that its correct implementation and app.

In this work you will also find a simple and reader-friendly guide where the necessary procedures will be shown for a correct implementation of the BIM methodology under the standards of the Peru BIM Plan 2025. Likewise, an annual budget has been prepared for the implementation of this methodology in carrying out small, medium and large-scale projects.

Finally, the BIM methodology implementation guide was evaluated under the criteria of professional specialists in the field of BIM implementation and of micro and small companies in order to validate it.

Keywords: BIM methodology, supreme decret, implementation, benefits.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación recopila información de diferentes fuentes que redactan acerca de la aplicación y puesta en marcha de la implementación de la metodología BIM, específicamente se enfoca en dar a conocer el proceso de implementación de la metodología BIM y demostrar los beneficios que se obtienen gracias a la correcta aplicación de esta.

La adopción e implementación BIM (Building Information Modeling) en las empresas es un proceso complejo que dificultará el desarrollo de empresas pequeñas en el sector de la construcción en nuestro país, por lo tanto, la presente investigación busca facilitar el concepto de lo que es realmente la implementación de la mencionada metodología de una manera más amigable al micro y pequeño empresario.

La investigación contempla 5 capítulos, que se mencionan a continuación:

En el capítulo I se muestra la necesidad de la implementación de esta metodología en las micro y pequeñas empresas del sector construcción del Perú, y este será el motivo por el cual se está elaborando el presente trabajo de investigación, de igual manera se detallan los objetivos y la importancia.

En el capítulo II, aparte de explicar lo que es la metodología BIM, se redacta cómo se fue desarrollando y evolucionando esta metodología a lo largo de los años, también muestra la forma en que ha beneficiado a otros países tanto europeos como a sudamericanos.

En capítulo III se muestra el método de trabajo realizado para poder llevar a cabo eficientemente esta investigación, se ha elaborado una encuesta enfocada en las micro y pequeñas empresas en donde se demuestra la carencia de conocimiento y necesidad de un manual de implementación amigable al lector para poder implementar de manera progresiva y correcta la metodología BIM. En este capítulo también se ha elaborado un manual de implementación amigable para todos los lectores, basado en la Guía Nacional de Implementación BIM Perú.

En el capítulo IV se presenta una segunda emitida a ingenieros especialistas en lo que es esta metodología en donde dan su opinión y aprobación del manual de implementación de la metodología BIM enfocado en las MYPEs.

Por último, se dan a conocer recomendaciones para la implementación, así como conclusiones de uso de la misma.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos

1.1.1 Descripción del problema

A nivel mundial se ha buscado una estandarización para una mejor gestión de la concepción de la metodología BIM, por tal motivo es que, en el Perú, mediante el Decreto Supremo Nro. 237-2019-EF, aprobado el 28 de julio del 2019, se establece la adopción BIM en las empresas licitadoras del sector público. En octubre del 2020, se aprobó el “Plan de implementación y hoja de ruta del Plan BIM Perú”, el cual dará los estándares y requerimientos BIM para la elaboración de proyectos estatales. También se conoce que para julio del 2025 la metodología BIM deberá estar aplicada en todo el territorio nacional, se tiene la proyección de que para el 2030 sea requisito indispensable en la ejecución de proyectos de todo el sector público del Perú.

Se conoce que la metodología BIM es una necesidad que fortalece la productividad e innovación del sector construcción, es por ello que se necesita analizar los antecedentes del BIM en la construcción en el mundo, y así poder demostrar empíricamente su efectividad comparándola a la situación actual y proyectando todo este proceso hacia el 2025.

Contando con toda la información necesaria de implementación, se necesitará conocer las restricciones y brechas existentes en la gestión convencional peruana y la capacidad de las microempresas para adoptar el BIM.

Sabiendo que en el Perú las MYPE representan el 96.5% de las empresas formales tenemos premisas que surgen acciones preliminares y necesarias:

- 1.- Identificar las restricciones y brechas de aplicación y organización.
- 2.- ¿Qué requieren las micro y pequeñas empresas del sector de la construcción para afrontar el plan de Implementación del BIM en el Perú?

1.1.2 Problema General

A causa de la modernización de la gestión en la construcción se han tomado medidas para que las empresas inicien el cambio total de la gestión de la construcción tradicional y convencional. Es cierto que, en el Perú, empresas líderes ya utilizan esta metodología, las cuales demostraron con mucha capacidad el manejo de esta, pero los principales inconvenientes se han observado en organizaciones donde no se encuentran en la capacidad de solventar costos de implementación, porque sus directivos se resisten

al cambio o la falta de profesionales con conocimientos del BIM. Es ahí donde nace la gran interrogante de ¿Cómo impactará en la micro y pequeña empresa la falta de un plan hacia la implementación BIM en el Perú?

1.1.3 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las restricciones y brechas organizacionales que afronta la micro y pequeña empresa del sector construcción hacia el plan de implementación BIM en el Perú?
- ¿Está preparada la micro y pequeña empresa del sector construcción para afrontar el plan de implementación BIM en el Perú?

1.2. Objetivos, hipótesis y variables de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Proponer un manual básico para la implementación de la metodología BIM en la gestión de obras en las micro y pequeñas empresas del sector construcción bajo el “Plan de implementación BIM en el Perú”.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar los antecedentes y la situación actual de la implementación BIM en el Perú proyectándola hacia el 2025.
- Brindar la información necesaria para capacitar a la micro y pequeña empresa del sector construcción ante el “Plan de implementación BIM en el Perú”.

1.2.3. Hipótesis general

El manual de implementación de la gestión de la construcción (BIM) para la micro y pequeña empresa bajo el nuevo plan de implementación BIM en el Perú ayudará a la aplicación práctica del BIM en estas y las hará más competitivas en el mercado del sector construcción.

1.2.4. Hipótesis Específicas

- Conociendo las brechas organizacionales y los problemas convencionales dentro de la construcción tradicional se creará un nuevo enfoque hacia la nueva metodología BIM en la micro y pequeña empresa del sector construcción en el Perú.
- La información brindada capacitará a la micro y pequeña empresa del sector construcción ante el nuevo plan de implementación BIM en el Perú.

1.2.5. Variable Independiente

Manual de implementación de la gestión de la construcción (BIM).

1.2.6. Variable Dependiente

Información y gestión del conocimiento aplicada a la implementación BIM. Lo antes descrito surge gracias a la herramienta de Matriz de Operacionalización como se visualiza en la Tabla 1.

Tabla 1

Matriz de Operacionalización

HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
	VARIABLE INDEPENDIENTE		EXPLORATORIA
El manual de implementación de la gestión de la construcción (BIM) para la micro y pequeña empresa bajo el nuevo plan de implementación BIM en el Perú ayudará a la aplicación práctica del BIM en estas y las hará más competitivas en el mercado.	Manual de implementación de la gestión de la construcción (BIM).	Gestión de la construcción (BIM).	Recopilación de información a través de libros e investigaciones que tengan similitud al tema.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE
<p>Conociendo las brechas organizacionales y los problemas convencionales dentro de la construcción tradicional crearemos un nuevo enfoque hacia la nueva metodología BIM en la micro y pequeña empresa del sector construcción.</p> <p>La información brindada capacitará a la micro y pequeña empresa del sector construcción ante el nuevo plan de implementación BIM en el Perú.</p>	<p>Brechas organizacionales</p> <p>Recopilación de antecedentes mediante la información de fuentes confiables.</p> <p>Información y gestión del conocimiento aplicada a la implementación BIM.</p> <p>Capacitación de la gestión de la construcción</p> <p>Recopilación de información obtenida de la empresa</p> <p>PROTOTYPE.</p>

Nota: Elaboración Propia

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Delimitación social

El problema se limita principalmente a los proyectos que se han realizado en el Perú con la metodología BIM.

1.3.2. Delimitación espacial

El problema se limita principalmente a los proyectos de sector construcción de las micro y pequeñas empresas en el Perú.

1.3.3. Delimitación temporal

El estudio de investigación se desarrollará durante 8 meses, durante septiembre del 2021 y mayo del 2022.

1.4. Importancia y justificación de la investigación

1.4.1. Importancia de la investigación

La importancia de la presente investigación se debe a que, en una economía en crecimiento constante como la peruana, se buscarán siempre modelos de gestión más eficientes para lograr objetivos sin pérdida. Era solo cuestión de tiempo la implementación de nuevas tecnologías para obtener mejores resultados.

Hoy en día existen muchas empresas grandes y algunas medianas donde se da el uso de la metodología BIM para la gestión de sus proyectos las cuales cuentan con capacidad económica asignada a la inversión de nuevas tecnologías, las cuales son necesarias en un entorno competitivo.

Esta tecnología aún no está presente en la mayoría de las micro y pequeñas empresas, lo que les genera pérdidas directas e indirectas en sus proyectos de construcción. Ahora que la metodología BIM va a ser una obligación en el sector construcción, las micro y pequeñas empresas afrontarán dificultades gigantes ya que la metodología BIM tiene requisitos específicos para poder implementarse, por lo cual la metodología actual de muchas de estas empresas debe cambiar, lo que significa un reto en cuanto a la inversión, aprendizaje y formación de sus trabajadores.

1.4.2. Justificación de la investigación

1.4.2.1. Justificación teórica.

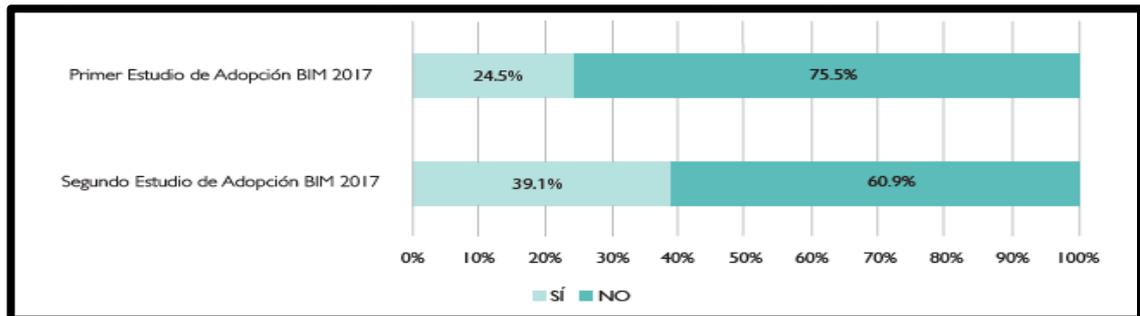
La presente investigación se justifica teóricamente porque aporta conocimientos basados en la metodología BIM, se podrá realizar una comparación que demuestre que con la correcta aplicación de esta metodología se reducirán errores que normalmente se encuentran en la construcción tradicional de un proyecto de construcción civil.

En los primeros estudios de implementación y adaptación al BIM en proyectos de construcción elaborados por la Pontificia Universidad Católica del Perú (ver Figura 1), para poder medir el nivel de implementación hasta el año 2023, se puede hacer un análisis comparativo del proceso de esta adopción en el Perú, hasta el año 2017 el porcentaje de adopción BIM en el Perú en la micro y pequeña empresa llegaba hasta el 25% y en el

2020 hasta el 39%. Estos resultados son alentadores para el Perú, ya que está existiendo una mayor responsabilidad en las instituciones para mejorar sus procesos. En vista del Plan BIM Perú liderado por el ministerio de Economía y Finanzas se debe educar, establecer y formar en la metodología BIM para que todas las empresas puedan licitar con el estado de manera satisfactoria.

Figura 1

Comparación de nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao – 2017 Vs 2020



Nota: Tapia, G. (2020, p. 54) “Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificaciones en Lima y Callao”

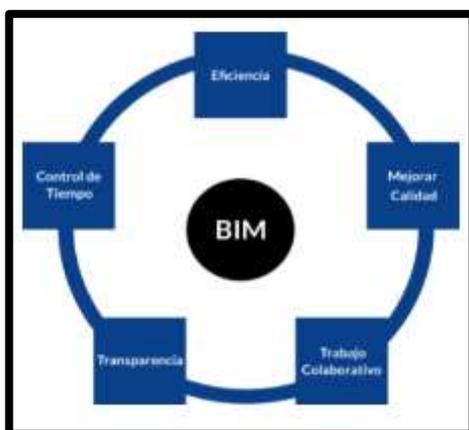
1.4.2.2 Justificación metodológica.

Se justifica metodológicamente porque se toma como base la metodología BIM y el plan de implementación BIM en el Perú dictado por el ministerio de Economía y Finanzas del estado peruano, el cual marca procedimientos necesarios para licitar con este a partir del año 2025, esto obligará la implementación de esta metodología en las micro y pequeñas empresas.

A continuación, en la Figura 2, se muestran los principales beneficios que aporta la correcta implementación de la metodología BIM en las empresas.

Figura 2

Beneficios de la Aplicación del BIM



Nota: Plan BIM Perú (2019, p. 25).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico

Al principio, el BIM, más que una tecnología real era solo una idea debido a que se tenían muchas limitaciones, pero, para poder trazar la historia de esta metodología, se debe remontar a los años sesenta, en los que el diseño a través de computadoras y su fabricación desarrollaban tecnologías separadas y que tenían el potencial de entrelazarse para ser una herramienta poderosa en el mundo de la industria.

En 1963, el Doctor Patrick J. Hanratty, trabajó sobre gráficos generados virtualmente por ordenador obteniendo así el DAC (Design Automated by Computer), el cual fue el primer sistema con gráficos interactivos.

Durante los años posteriores, investigadores trabajaron con SIG (sistema de identificación geográfica), y de esta forma es que en el año 1963 llegó el primer programa de diseño asistido (CAD). Con lo que a tecnología de construcción respecta, Sketchpad la cual da paso a nuevos softwares de creación de sólidos, y durante los años 70 y 80, surgieron los dos principales métodos, la geometría sólida constructiva (CSG) y la representación de límites (BREP).

En el año 1975, Charles Eastman describe un prototipo llamado Building Description System (BDS) en donde se realizaron discusiones de ideas de diseño de representaciones 3D con data única integrada para desarrollo de análisis cuantitativos y visuales y cuantitativas. Este sistema innovador se destacó como uno de los pioneros en la historia del Modelado de Información de Construcción (BIM), al lograr crear una base de datos de edificios de manera exitosa. Eastman determinó que el Sistema de Descripción de Edificios (BDS) incrementaría la eficiencia en la elaboración de planos y análisis, además de disminuir los costos de diseño en más de un cincuenta por ciento.

Posteriormente en los 80's se fueron desarrollando nuevos softwares en todo el mundo. Fue en el 1986 cuando inició RUCAPS (Really Universal Computer-Aided Production System) el cual fue el soporte para la renovación del Terminal 3 del aeropuerto de Heathrow siendo considerado el primer software BIM ya que se utilizó median CAD por primera vez figuras de dos dimensiones.

En 1992, Gabor Bojar comenzó a desarrollar ArchiCAD, un software que presentaba similitudes con el Sistema de Descripción de Edificios (BDS), integrando el Radar CH de Grafisoft para su utilización con el sistema operativo de Apple. Este se convertiría en

el primer software de Modelado de Información de Construcción (BIM) utilizado en una computadora personal en la historia.

Seguidamente Irwin Jungreis formará la compañía Charles River Software donde desarrollaban versiones mas complejas en donde al final de los años 2000 desarrollaron el software llamado Revit, el cual innovó paramétricamente todas las plataformas de construcción.

En 1995, se creó el formato de archivo International Foundation Class (IFC) con el objetivo de hacer que los datos fueran interoperables entre distintos programas de Modelado de Información de Construcción (BIM). Posteriormente, en 1997, ArchiCAD introdujo la funcionalidad de intercambio de archivos. para la colaboración entre equipos permitiendo trabajar al mismo tiempo a todos los involucrado. Más tardes e legro el acceso remoto por internet y a una mayor escala.

En Japón en el año 1999, la aplicación Onuma permitió a través de internet el trabajo en BIM con un sistema de planificación con una base de datos que homogenizaría con más plataformas y están irían sumándose a la metodología colaborativa. En 2001 NavisWorks comercializo JetStream el cual era un software que poseía un conjunto de herramientas englobando todo lo necesario en datos y para diferentes tipos de archivos buscando siempre la simulación de problemas para ser detectados con anticipación. Cuando Revit lanzó su actualización Revit 6 se sentaron bases para el trabajo conjunto de más equipos de profesionales del rubro a un modelo integrado. Autodesk para seguir teniendo el liderazgo en estas innovaciones adquiere Revit en 2002 y NavisWorks en 2007, entre otros sistemas BIM menos importantes. A inicios del 2013, se desarrolla Formit el cual es una aplicación que permite le visualización del modelo BIM en el teléfono.

En el año 2007 se crean las guías para hacer proyectos BIM. En el año 2012 el gobierno de Reino Unido establece procedimientos para la implementación siendo el precursor para que toda Europa migre a este tipo de gestión.

Es por ello que se concluye que el modelado de la información de la construcción (BIM), es la metodología aplicada al proceso constructivo haciéndolo más eficiente en su trabajo, como el Lean que es básicamente la producción sin pérdida e IPD que son las siglas en ingles que significan Integrated Project Delivery la cual busca optimizar resultados en el proyecto aprovechando el talento y las diferentes ideas y opiniones sobre los proyectos. Actualmente la metodología BIM está evolucionando exponencialmente el rubro de la construcción en países como EUA, Canadá, Reino Unido, Alemania, China, México,

España y en 26 países más, uno de esos Perú (BIM en el mundo, Comunicación IDESIE,2021).

El Perú no se ha quedado atrás y ha optado por un “Plan de implementación BIM” que será, en un futuro muy cercano, la adopción paso a paso de la metodología de la información digital BIM, el cuál será una necesidad para las licitaciones del estado en obras publicas de construcción civil para el 2025 y su total implementación para el 2030.

2.2. Antecedentes

2.2.1 Investigaciones nacionales

Apaza, J. (2015), en la tesis “Aplicación de metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna”, realizo aportes para la mejora en la gestión de proyectos de la zona de Tacna con un diagnóstico situacional del uso BIM en el Perú mencionando también los ejemplos mundiales sobre el tema.

Atencio, C. (2019), en la tesis “Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo – Tarma”, explica la ineficiencia de la metodología BIM generando que la adopción sea un procesos lento y no tan significativo como en otros países ya que existe una carencia de información y difusión, así como explicaciones sencillas para la adopción de esta metodología.

La cuestión central de este estudio formula lo siguiente: ¿Cómo afecta la aplicación de la metodología BIM en la mejora del proyecto cívico de Huanuquillo, Tarma, Junín, Perú? El propósito de esta investigación es evaluar el impacto del BIM en la eficiencia en los procesos en todas las disciplinas involucradas en la construcción.

La metodología es aplicada, deductiva, cuantitativa con diseños descriptivos y de cortes transeccionales donde la población se constituía por 196 partidas y se logró reducir con formula general a 130 partidas.

En los resultados se registraron cambios en los cálculos de los metrados resultando un aumento de S/. 48,090.31, cual equivale al 7.36 % del costo total según expediente técnico adicionalmente la ejecución se retrasó por 72 días siendo casi el 8.31% de todo el tiempo de ejecución a pesar de todo esto se pudo observar que la metodología BIM permitió obtener estimaciones más exactas y se terminó concluyendo que el BIM es influencia positiva gracias a su precisión en los proyectos de construcción tal y como se demostró en el proyecto del centro cívico de Huanuquillo.

C & P BIM (2020), en el artículo “Ventajas y desventajas de trabajar con BIM”, da a conocer las principales ventajas y desventajas de la aplicación de la metodología

BIM en una empresa, la primera ventaja que detallan es que existen múltiples plataformas digitales que aportan a la adecuada implementación de esta metodología a través de modelación, coordinación y seguimiento de obra. Todos esta interconectado si la información es ordenada, precisa y correcta. Esta se encontrará disponible para todos los colaboradores de forma automática y actualizada; cuando existe una plataforma base es más ventajoso ya que el flujo de trabajo mejora y la interconexión de la información es más precisa y puntual. Cuando estas medidas están tomadas con anticipación las modificaciones en los proyectos disminuyen significativamente ya que en la planificación y en los diseños virtuales esto se verá con mucha anticipación. La otra ventaja es el control de la edificación en todo su ciclo de vida donde una construcción amable con el medio ambiente y económicamente viable-rentable.

La única desventaja es el requisito formativo para implementarse, siendo la causa de que muchas empresas deben cambiar su software y presenta un reto en inversión no solamente de implementación si no de aprendizaje.

Castillo, C. y Avilés, R. (2020), en la investigación que realizaron, brindan la aplicación BIM en la actualidad de la construcción implementándola poco a poco al uso de la metodología tradicional mostrando la aceptación de los profesionales peruanos. Se usa un método descriptivo no experimental mediante aplicaciones de encuestas lo cual permitido la recopilación de información esencial para cumplir sus objetivos. Con esto se llegó a la conclusión de que el 70% se encuentra satisfecho con el uso de la metodología aceptando el apoyo crucial que puede ser en el proceso constructivo evitando errores y deficiencias en todo el proceso mientras la otra parte la rechazan por ignorancia del tema.

La Dirección General de Programación Multianual de Inversiones (2020), en el “Plan de Implementación y hoja de ruta del plan BIM en el Perú”, afirma que para implementar la metodología es importante la colaboración y el apoyo de todos los sectores dado que no solamente es un cambio de ejecución en sus políticas, es un detonante y un cambio grande a la metodología ya establecida en las últimas décadas. Por ello, se realiza esta tesis como objetivo de exponer el estado actual nacional y brindar una síntesis con propuestas para implementar la metodología BIM en diferentes niveles de gobiernos.

El BIM es un conjunto de medios tecnológicos con formato estándar que permite formular, diseñar, construir y mantener el proceso constructivo en forma virtual y colaborativa en un espacio virtual que posee elementos geométricos e información durante el ciclo de inversión en el marco del Decreto Supremo N° 289-2019-EF con su incorporación progresiva en los procesos de inversión pública.

La iniciativa BIM Perú nació a partir del Plan Nacional de Competitividad y Productividad, establecido por el Decreto Supremo N° 237-2019-EF. Este plan lidera metas y estrategias clave para facilitar la adopción gradual del BIM (Modelado de Información de Construcción) en los procesos de inversión de entidades y empresas del sector público. Su propósito principal es mejorar la coordinación y eficiencia en toda la industria. Para la adopción de la metodología BIM hay que entender el contexto actual por ese motivo este documento contiene esta información como un análisis de la situación actual de la industria nacional de la construcción, comunicando principales falencias y desafíos para poder corregir y encaminar de forma adecuada la metodología BIM en las inversiones públicas.

A continuación, se aclara todo lo que implica la integración BIM en el marco operacional del estado peruano destacando desventajas y desafíos para la implementación. Este análisis delinea la postura de Perú ante las dificultades que se presentarán para la posterior planificación de medidas enfocadas en la implementación BIM.

Dar seguimiento a estas crea cuatro ejes estratégicos que agrupan diversas tareas donde los ejes fundamentales funcionan para alcanzar objetivos establecidos en el Plan BIM Perú.

2.2.2 Investigaciones internacionales

Azhar, S. (2011) dice en su artículo “Building Information Modeling (BIM) Beneficios, Riesgos y retos” comenta que la metodología BIM es el Desarrollo más prometedor en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción. Con la tecnología BIM Podemos crear modelos virtuales precisos de la construcción. Este modelo puede ser usado para planear, diseñar, construir y observar la operatividad de la construcción. Esta metodología ayuda a los arquitectos, ingenieros y constructores a visualizar en un paisaje simulado el potencial de la construcción desde el diseño hasta poder ver problemas operacionales dentro del proceso.

La industria de la construcción tiene siempre el objetivo de subir la productividad y la calidad reduciendo costos el BIM ofrece el potencial para lograr estos objetivos en los proyectos ya que este simula todo el proceso desde el inicio hasta el final en donde se observan carencias en todo el proceso constructivo y se corrigen desde la planeación.

Con la metodología BIM se puede observar los procesos virtualmente junto a todos los aspectos, disciplinas en conjunto permitiendo que todos los miembros del equipo puedan colaborar de manera eficiente el modelo. Mientras el modelo se crea todos los miembros

constantemente cambiar sus procesos acordes a las especificaciones del proyecto bajo una línea de trabajo conjunta y homogénea.

Pacheco, R. (2017), en su investigación titulada “Comparación del sistema tradicional versus la implementación del BIM (Building Information Management) realizo una comparación entre el método tradicional y la metodología BIM para todo el diseño y proceso constructivo dando por conclusión que la metodología BIM aporta significativamente al desarrollo y a la evaluación de todo el proceso dando con anticipación los resultados de costos y tiempos en todas las partidas del proceso demostrando que la metodología BIM es completamente eficaz por lo colaborativa que es para agilizar procesos en el planeamiento y la construcción.

Camacho, D. (2017), en su tesis titulada “Implantación del BIM en Bolivia”, busca aportar la en la introducción de las tecnologías necesarias para el desarrollo de la industria en su país. Enfocando que la inversión más importante debería ser del estado para la inclusión de esta metodología en todos sus sistemas de licitaciones.

Chacón & Cuervo (2017), en su trabajo de investigación titulado “Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit”, se logró demostrar que la modernización de proyectos de autoconstrucción simboliza un hito determinante en el avance de la construcción ya que muestra el proceso de la adopción desde el AutoCad hasta el modelo parametrizado 3D de la metodología BIM en donde se puede extraer información necesaria de toda la vida de un proyecto.

2.3. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio

El BIM es una tecnología de trabajo colaborativo que unifica los procesos, estándares, herramientas y tecnologías para su propósito que será el modelamiento digital de esta información para su uso en una infraestructura durante todo su ciclo de vida.

En estos tiempos el ambiente está plagado del debate del porqué y para qué del BIM y claro está que, si se desconoce el tema, será muy difícil implementarlo en un área de trabajo. Esta guía será un resumen de los altos principios internacionales y nacionales de cómo implementar y usar la metodología BIM en el diseño, construcción y operación de nuestro sistema constructivo incluyendo las facetas de la contratación para la gestión pública junto a la gestión de activos.

Se puede dar una búsqueda rápida online con los términos de Modelado de la información de la construcción (BIM) y se podrán encontrar más de 109 millones de resultados (fuente Google) lo cual nos muestra que es un tema muy hablado, publicado y estudiado. Hay muchas opiniones al respecto del significa BIM, aunque es difícil definirlo ya que cada

vez se va expandiendo más el tipo de información que se puede procesar mediante esta metodología.

Entonces ¿por qué el BIM es importante? El desarrollo del BIM que está emergiendo rápidamente en todos los sectores de construcción del mundo está teniendo un impacto en los conceptos ya sabidos de la gestión demostrando efectividad en la estructura de como vemos los aspectos del proceso constructivo, demostrando su potencial dentro de la industria de la construcción (Eastman, C., 2009, p. 13).

Se puede decir que el proceso del BIM es revolucionario ya que otorga la oportunidad de cambiar las practicas convencionales donde el planeamiento solo lo hacía el humano a un mecanismo en donde la tecnología ayuda a este planeamiento, evitando y demostrando con argumentos contundentes algunos errores en su desarrollo (Macleamy, P., 2016).

Teóricamente la metodología BIM puede cambiar y evitar los errores humanos que posee la industria de la construcción en su planeamiento logrando metas que se proyectan en esta como por ejemplo, el BIM puede mejorar la relación entre la creatividad del diseño de una infraestructura con la ingeniería, garantizando armonía entre la construcción y el funcionamiento demostrado por imágenes simuladas, también mejora el análisis del proceso constructivo optimizando las funciones de gestión de riesgos, adquisiciones de material y sus costos, también reduce el desperdicio y optimiza el uso de recursos generando ganancias evitando perdidas y creando procesos más eco amigables, también mejora la capacidad de brindar información concreta a todos los involucrados en un proyecto, mejorando la colaboración, coordinación y comunicación entre los trabajadores, además de brindar los datos necesarios donde sea y cuando se necesiten.

2.3.1. BIM en el mundo

El mundo entero está hablando del BIM, el sector construcción busca soluciones viables para optimizar procesos y la iniciativa del estado peruano en optar por esta tecnología proyecta al país a globalizar toda su industria de la construcción.

La idea del BIM estuvo entre nosotros desde hace más de 10 años, fueron en estos últimos en donde se comenzaron a buscar y encontrar problemas en los procesos que afectaban en la industria de la construcción. Es en ese entonces fue cuando encontraron la respuesta la cual hizo nacer el inicio del BIM entre los años 2005 y 2008.

La metodología BIM en estos tiempos se expandió por el mundo entero, con muchas naciones reportando los cambios positivos que tuvo esta tecnología en sus respectivas

industrias. Actualmente todos los países europeos han implementado completamente en toda su industria el BIM, desde el 2019 el gobierno ruso impuso el BIM en todas las licitaciones con el estado, en estados unidos el 76 % de su industria utiliza la metodología BIM y así como estos muchos países más (Sanza, M., 2018, pp. 13-15).

En Sudamérica la llegada de esta metodología se dio un poco más tarde y es por ese motivo que también es un poco más difícil implantar un nuevo tipo de gestión a quienes ya están acostumbrados a la construcción tradicional. No obstante, la implantación está yendo a un ritmo muy alto donde países como Colombia, Chile y Perú se encuentran con la mayor expectativa de implantación total dentro de sus países (Montaba, J, 2021).

En el Perú se requiere adoptar progresivamente la metodología colaborativa de modelamiento digital de la información, buscando apoyo mutuo entre privado y público intentando cambiar el ciclo de inversión nacional todo en camino a una mejor gestión de recursos.

La iniciativa BIM Perú es originada en el Perú por el Plan Nacional de Competitividad y Productividad, ratificado por el Decreto Supremo N° 237-2019-EF, constituyendo un hito en todo el manejo de la implementación BIM en el Perú. Esta estrategia busca fomentar la integración y utilización de Modelado de la información de la construcción en las etapas de gestión por los organismos públicos y empresas estatales estando alineadas con el gestor de inversiones promoviendo una colaboración efectiva para así lograr colaboración efectiva en todo el sector construcción.

Como en todos los países que intentan mejorar los resultados en la calidad de infraestructura del transporte, electricidad, telecomunicaciones, agua, el estado peruano tiene la intención de enfocar la promoción del desarrollo de la infraestructura, lo que conlleva a la implementación de tecnologías que mejoren la productividad y funcionen para evitar pérdidas.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de trabajo

3.1.1. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es exploratorio, ya que ofrece información a la implementación BIM en la micro y pequeña empresa bajo el Plan de Implementación BIM en el Perú. La investigación de tipo exploratoria se realiza para conocer con profundidad el tema que se estudiará, mediante una muestra representativa de la población en estudio. Si es cierto los resultados de este tipo de investigación son de una manera superficial, pero este es un paso importante para una investigación más profunda basándonos en hipótesis formadas por esta.

3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo documental ya que los conocimientos adquiridos son a través de consultas de documentos (registros, códigos, etc.). Esto incluirá una investigación bibliográfica y toda la tipología de revisiones existentes adoptando un análisis con independencia de investigación cualitativa y cuantitativa.

3.1.3 Método de recolección

El método de recolección fundamental para este trabajo de investigación fue la encuesta, que gracias al avance de la tecnología se pudo desarrollar con mucha facilidad elaborando un formulario de preguntas en Google Forms y enviándolas de manera virtual a los encuestados.

En la encuesta se obtuvo una base de datos con respuestas dadas por representantes MYPE de diferentes empresas en las regiones de la costa, sierra y selva.

El periodo de recolección de la información fue de exactamente 20 días y el periodo de evaluación tuvo una duración de 5 días.

Se utiliza un tamaño mínimo de muestra, ya que medir la población completa del total de MYPE del sector construcción es algo caótico. Esta muestra servirá de hipótesis en las conclusiones. Las empresas que pueden tener acceso a licitar con el estado en este año son 22187 empresas MYPE(CAPECO,2020) según el estudio realizado por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). Con el valor de la población se establece un tamaño mínimo para la muestra, dado por la siguiente ecuación.

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

z= Puntuación según nivel de confianza

p= Estimación de la proporción

e= Margen de error (porcentaje expresado en decimales)

Con la ecuación y la confiabilidad propuesta se elabora la siguiente tabla (Tabla 2) con los resultados de tamaño de muestra.

Tabla 2

Tamaño de muestra según nivel de confianza

NIVEL DE CONFIANZA	MARGEN DE ERROR	TAMAÑO DE MUESTRA
80	0.20	13
85	0.15	27
90	0.10	75

Nota: Elaboración propia.

El tamaño de la muestra para un nivel de confianza de 85%, es de veintisiete (27) empresas MYPE.

3.1.4 Evaluación de datos

Como parte de una investigación de la situación actual de implementación BIM en las MYPES peruanas e información sobre el nuevo plan BIM del país, se calcularán las incidencias de adopción BIM. La encuesta que será nuestro instrumento documental es el mecanismo de medición que permitirá la obtención de datos junto a su interpretación.

3.1.5 Implementación de la metodología BIM

Esta sección consiste en la implementación BIM de forma cualitativa bajo el plan BIM Perú analizando los límites de las MYPE del sector construcción en proyectos de pequeña envergadura.

Esta implementación se basará en el Plan BIM Perú objetivamente en el desarrollo inicial de la metodología, el modelo tridimensional y la parametrización del producto final. Esto servirá como incentivo para que las empresas se involucren más con esta metodología.

3.2. Encuesta a una muestra representativa de MYPE

El principal objetivo de la presente investigación es identificar las barreras para la implementación BIM mediante una encuesta para una muestra representativa de MYPE ubicadas en diferentes partes del Perú. En la encuesta participaron más de 37 empresas que dieron su opinión y demostraron que tan claro está el concepto de BIM en la actualidad, sus funciones, y su implementación.

La recolección y el método que llegó a los colaboradores fue por medio de Google forms, esta plataforma sirve para crear encuestas. La encuesta consiste en 14 preguntas seleccionadas a base de la problemática mostrada en estudios anteriores.

Las preguntas son las siguientes:

- 1.- ¿Cuáles son los problemas habituales que ocurren en el desarrollo de un proyecto dentro de su empresa?
- 2.- En contrataciones con el estado y empresas privadas ¿Qué problemas habituales surgen en la conclusión de sus proyectos?
- 3.- En caso de un resultado negativo en la conclusión de una obra ¿Cuáles crees usted que son las causas más habituales?
- 4.- ¿Conoce usted la causa de los contratiempos que se ocasionan en los proyectos?
- 5.- ¿Qué es lo que cree usted que es el BIM?
- 6.- ¿Cómo definiría los conocimientos de la metodología BIM en su empresa?
- 7.- ¿Qué nivel posee usted en cuanto a la implementación de la metodología BIM en su organización?
- 8.- ¿Cómo cree usted que aportaría el uso de la metodología BIM en sus proyectos?
- 9.- ¿Ha pensado en implementar la metodología BIM en su empresa?
- 10.- ¿Por qué no implementaría la metodología BIM?
- 11.- ¿Para qué tipos de proyecto crees usted que sirve la metodología BIM?
- 12.- ¿Qué ventajas traería la metodología BIM a su organización?
- 13.- ¿Qué factores cree usted que influirían en la implementación BIM en su empresa?

14.- ¿Qué características debería tener un manual de implementación para su organización?

Esto forma parte de la descripción cuantitativa actual situación sobre la metodología BIM y su adaptación en las MYPE en Lima y provincias, con la información recopilada fue posible evaluar varios aspectos de la implementación BIM con el objetivo de medir cuantitativamente y cualitativamente esta metodología. La encuesta sirve de herramienta para el diseño del enfoque metodológico de la investigación y tener conclusiones reales de las cuestiones planteadas.

A continuación, los resúmenes de las encuestas realizadas a representantes de 30 micro y pequeñas empresas en el ámbito de la construcción, tanto de Lima como de otras provincias.

1. Problemas durante el desarrollo del proyecto:

El estudio, tal y como muestra la Tabla 3 y la Figura 3 la mayoría (31%) de las MYPE siente mayor problema durante el desarrollo de sus proyectos por las interferencias que se ocasiona ya en el proceso constructivo. Por otro lado, el 25% en cambios en el cronograma de obra, esto es muy similar a falta de comunicación entre especialidades y demás involucrados que tiene 24%, el 12% considera los cambios en el alcance y un 8% la incertidumbre en los presupuestos realizados.

Tabla 3

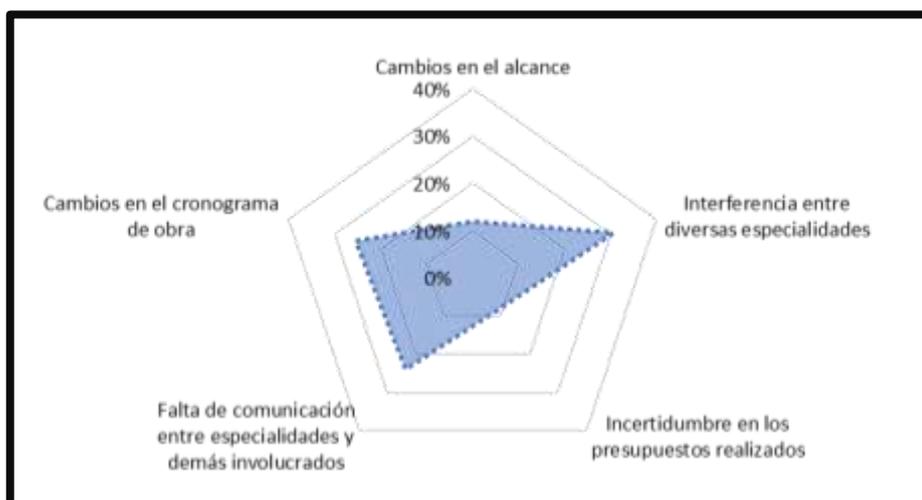
Resultados a la pregunta N°01 de la encuesta

Pregunta N°01.- ¿Cuáles son los problemas habituales que ocurren en el desarrollo de un proyecto dentro de su empresa?	TOTAL	%
Cambios en el alcance	7	12%
Interferencia entre diversas especialidades	18	31%
Incertidumbre en los presupuestos realizados	5	8%
Falta de comunicación entre especialidades y demás involucrados	14	24%
Cambios en el cronograma de obra	15	25%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 3

Gráfico de resultados a la pregunta N°01 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

2. Problemas al concluir los proyectos:

El estudio, como se muestra en la Tabla 4 y Figura 4, Se puede ver que los encuestados en su mayoría sienten mayor problema al concluir sus proyectos superando el plazo de ejecución por un 36%. Por otro lado, un 29 % de los encuestados opinan que surgen problemas con la superación del presupuesto asignado, un 17% indica que las observaciones por parte del cliente al entregar un proyecto son un problema. El 12% comenta que las penalidades en el proceso afectan de gran manera y un 7% los arbitrajes en obra.

Tabla 4

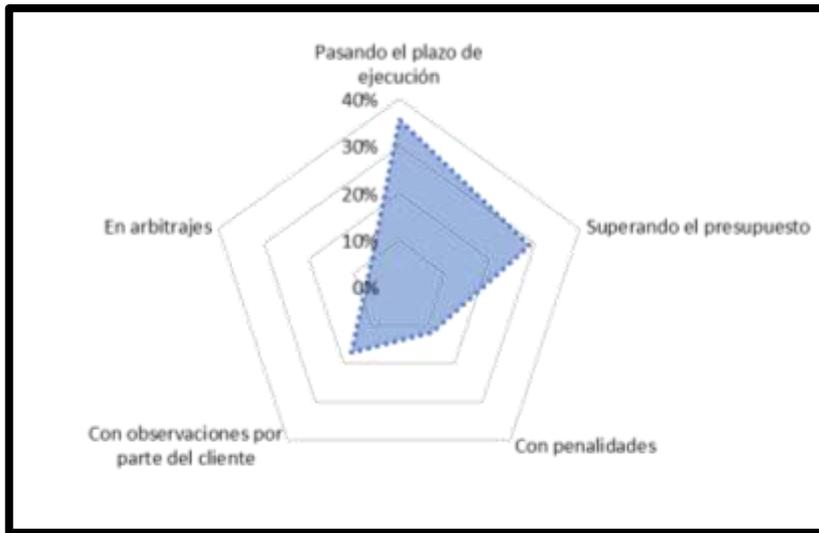
Resultados a la pregunta N°02 de la encuesta

Pregunta N°02.- En contrataciones con el estado y empresas privadas ¿Qué problemas habituales surgen en la conclusión de sus proyectos?		
	TOTAL	%
Demora en entrega final	21	36%
Mayor gasto respecto al presupuesto	17	29%
Penalidades	7	12%
Observaciones por el cliente	10	17%
Arbitrajes	4	7%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 4

Gráfico de resultados a la pregunta N°02 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

3. Conocimiento de causas:

Esta pregunta es muy importante ya que representa a la gestión de la información que se tiene dentro de los procesos. Como se observa en la Tabla 5 y Figura 5, el 44% de las respuestas es que efectivamente se tiene un conocimiento a profundidad de los problemas que ocurren dentro de un proyecto. El 24% conoce los problemas que existen ligeramente, un 8% algo escucharon y el 11% no conoce nada.

Tabla 5

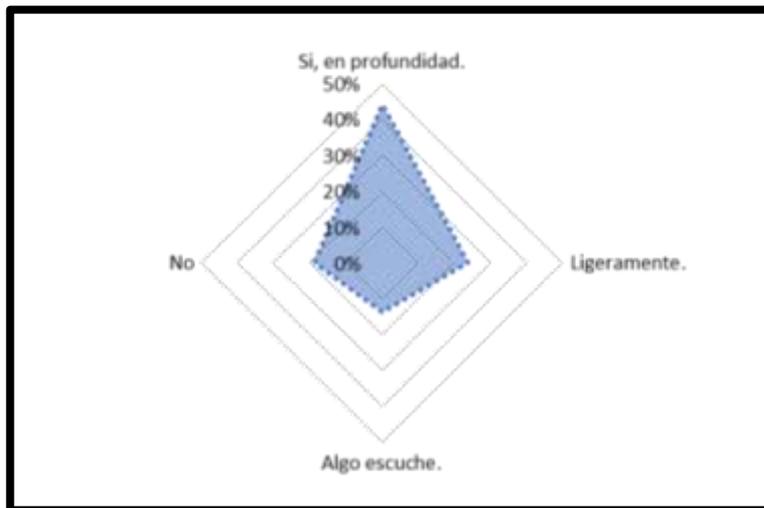
Resultados a la pregunta N°03 de la encuesta

Pregunta N°03.- ¿Conoce usted la causa de los contratiempos que se ocasionan en los proyectos?	TOTAL	%
Si, en profundidad.	26	44%
Ligeramente.	14	24%
Algo escuche.	8	14%
No	11	19%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 5

Gráfico de resultados a la pregunta N°03 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

4. Causas habituales de fracaso:

Se considera que el problema principal es el planteamiento deficiente con un 29% de los votos, luego un 25% de los encuestados opinan que el problema está en la incompatibilidad e interferencias con otras especialidades, un 22% opinan que los problemas se abordan de forma reactiva causando desorden de cronogramas, tiempos de entrega y desbalance de presupuestos y un 10% opina que es por la falta de soporte en la dirección (Ver Tabla 6 y Figura 6).

Tabla 6

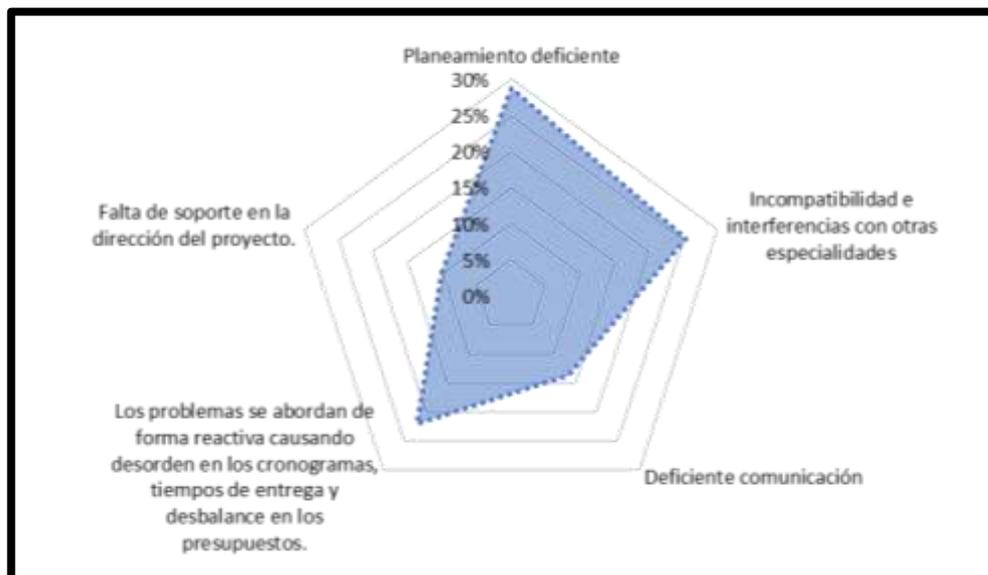
Resultados a la pregunta N°04 de la encuesta

Pregunta N°04.- En caso de un resultado negativo en la conclusión de una obra ¿Cuáles crees usted que son las causas más habituales?	TOTAL	%
Planeamiento deficiente	17	29%
Incompatibilidad e interferencias con otras especialidades	15	25%
Deficiente comunicación	8	14%
Los problemas se abordan de forma reactiva causando desorden en los cronogramas, tiempos de entrega y desbalance en los presupuestos.	13	22%
Falta de soporte en la dirección del proyecto.	6	10%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 6

Gráfico de resultados a la pregunta N°04 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

5. ¿Qué es el BIM?

El criterio que se tiene sobre BIM por parte de la MYPE del sector construcción es aceptable como para poder animarlos a implementarlo. En la Tabla 7 y Figura 7 se muestra que el concepto de metodología para la gestión de proyectos y construcción obtuvo el 58%, en proceso de software un 19% y en una nueva tecnología de gestión colaborativa un 15%, un 5% opina que es un proceso de modelado 3D y un 3% desconoce el tema. Esto marca una opinión de que se tiene idea de lo que es el concepto y puede ser una puerta abierta para la práctica.

Tabla 7

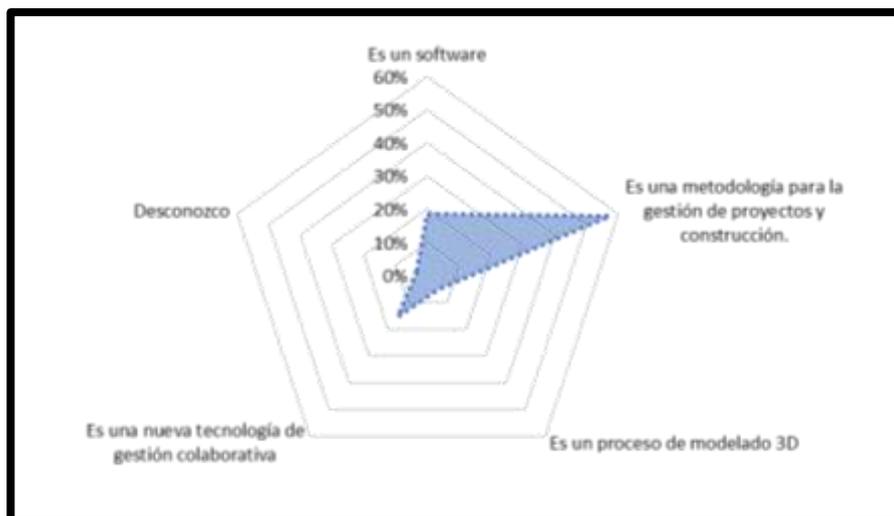
Resultados a la pregunta N°05 de la encuesta

Pregunta N°05.- ¿Qué es lo que cree usted que es el BIM?	TOTAL	%
Es un software	11	19%
Metodología para gestión de proyectos - construcción.	34	58%
Modelado 3D	3	5%
Nueva tecnología de gestión colaborativa	9	15%
No sé	2	3%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 7

Gráfico de resultados a la pregunta N°05 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

6. Conocimientos BIM dentro de las organizaciones:

Como se muestra en la Tabla 8 y Figura 8, se obtuvieron muchas respuestas similares en este aspecto, un 41% opino que su empresa tiene escaso conocimiento del BIM, el 25% regular desarrollo del BIM, el buen conocimiento y el nulo conocimiento comparten el 14%, mientras que solo un 4% afirma que el conocimiento de esta metodología en su empresa es muy bueno.

Tabla 8

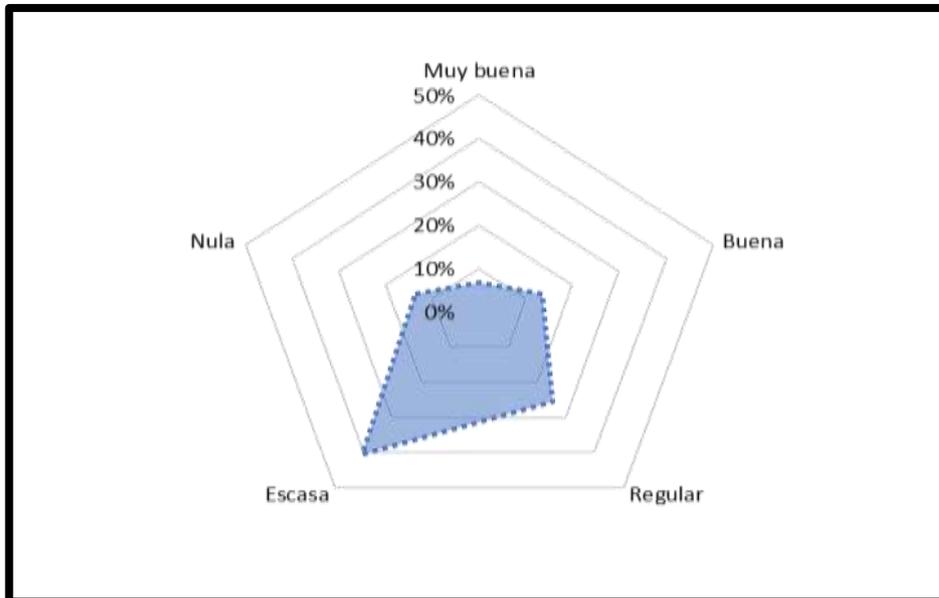
Resultados a la pregunta N°06 de la encuesta

Pregunta N°06.- ¿Cómo definiría los conocimientos de la metodología BIM en su empresa?	TOTAL	%
Muy buena	4	7%
Buena	8	14%
Regular	15	25%
Escasa	24	41%
Nula	8	14%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 8

Gráfico de resultados a la pregunta N°06 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

7. Nivel de implementación en PYMES:

En la Tabla 9 y Figura 9 muestra que el 31% de MYPEs dio a saber que no tienen la metodología BIM implementada. El 17% lo ha usado en algún proyecto y se está implementando la metodología. El 24% comenta que se ha llegado a utilizar herramientas BIM pero que no se ha implementado. Solamente el 7% puede decir que tiene el BIM presente en todos sus proyectos.

Tabla 9

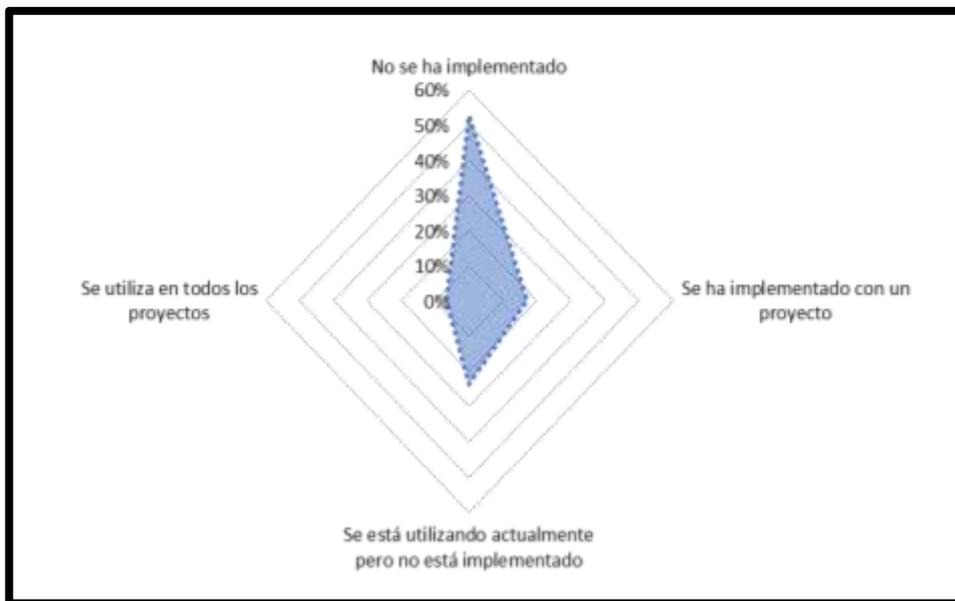
Resultados a la pregunta N°07 de la encuesta

Pregunta N°07.- ¿Qué nivel posee usted en cuanto a la implementación de la metodología BIM en su organización?	TOTAL	%
No se ha implementado	31	53%
Se ha implementado con un proyecto	10	17%
Se está utilizando actualmente pero no está implementado	14	24%
Se utiliza en todos los proyectos	4	7%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 9

Gráfico de resultados a la pregunta N°07 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

8. ¿Cómo cree que aportaría la metodología BIM en sus proyectos?

En la Tabla 10 y Figura 10 se observa que un 14% de las respuestas fueron hacia la mejor planificación, un 36% a la optimización en los procesos constructivos. El 19% sabe que se mejorarán los alcances, partidas y definiciones del proyecto. El 8% mejorar la calidad de información y el 24% cree en que usando la metodología BIM habrá una reducción de costos en los presupuestos.

Tabla 10

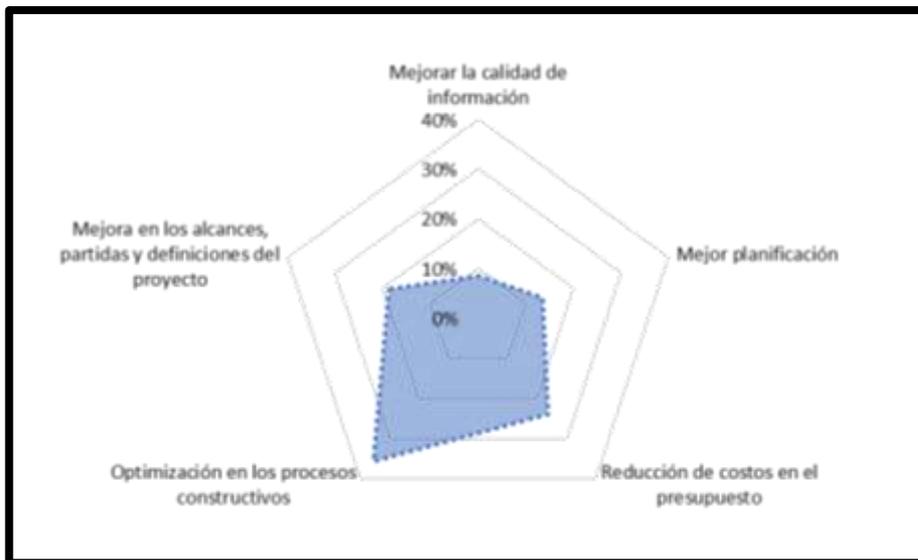
Resultados a la pregunta N°08 de la encuesta

Pregunta N°08.- ¿Cómo cree usted que aportaría el uso de la metodología BIM en sus proyectos?	TOTAL	%
Mejorar la calidad de información	5	8%
Mejor planificación	8	14%
Reducción de costos en el presupuesto	14	24%
Optimización en los procesos constructivos	21	36%
Mejora en los alcances, partidas y definiciones del proyecto	11	19%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 10

Gráfico de resultados a la pregunta N°08 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

9. Implementarán BIM en un futuro:

La mayoría con un 44% dijo que a medio plazo estarían proyectándose a implementar el BIM, el 25% a a largo plazo, el 14% a corto plazo y el 17% decidió no implementar esta metodología. Esto nos indica que la mayoría de empresas tiene la intención de innovar sus metodologías para lograr buenos resultados (Ver Tabla 11 y Figura 11).

Tabla 11

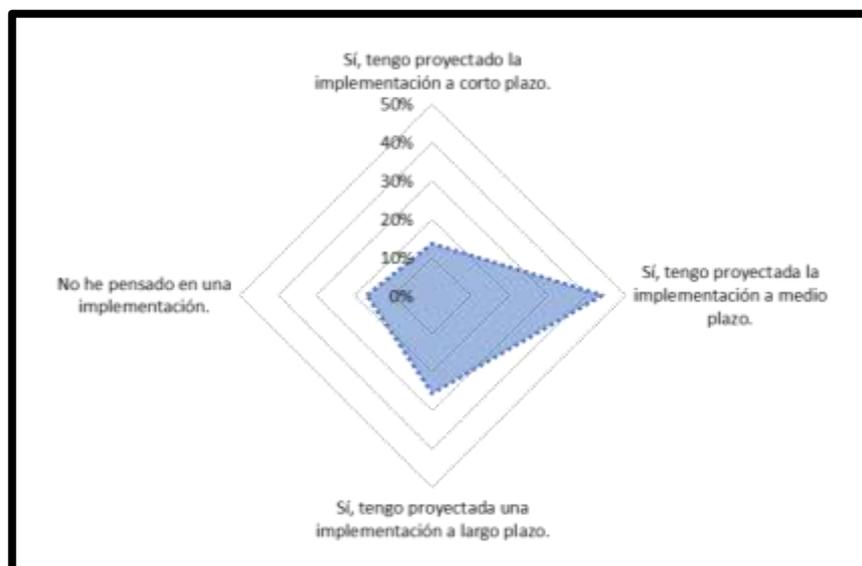
Resultados a la pregunta N°09 de la encuesta

Pregunta N°09.- ¿Ha pensado en implementar la metodología BIM en su empresa?	TOTAL	%
Sí, tengo proyectado la implementación a corto plazo.	8	14%
Sí, tengo proyectada la implementación a medio plazo.	26	44%
Sí, tengo proyectada una implementación a largo plazo.	15	25%
No he pensado en una implementación.	10	17%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 11

Gráfico de resultados a la pregunta N°09 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

10. ¿Por qué no implementaría BIM?

Según la Tabla 12 y Figura 12 se puede observar el gran desconocimiento del manual de implementación BIM Perú con casi el 32% de las empresas. Se vio también la necesidad de capacitación en estas con un 19% de elección. El 37% no tienen idea de cómo implementar y el 12% no lo ven como una necesidad.

Tabla 12

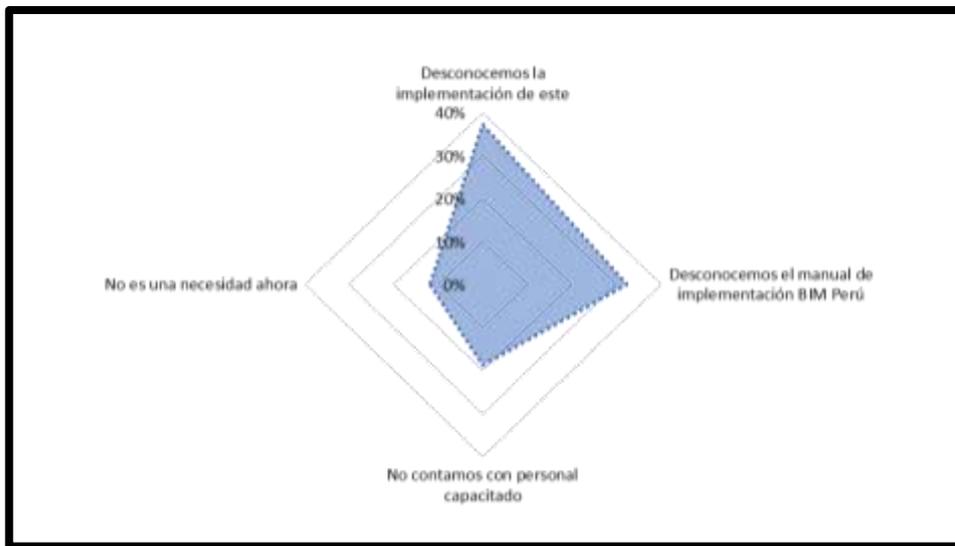
Resultados a la pregunta N°10 de la encuesta

Pregunta N°10.- ¿Por qué no implementaría la metodología BIM?	TOTAL	%
Desconocemos la implementación de este	22	37%
Desconocemos el manual de implementación BIM Perú	19	32%
No contamos con personal capacitado	11	19%
No es una necesidad ahora	7	12%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 12

Gráfico de resultados a la pregunta N°10 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

11. Uso de la metodología BIM:

Se puso de premisa el conocimiento que tenían las empresas con respecto de la metodología BIM con respecto a la envergadura de los proyectos. En la Tabla 13 y Figura 13 se muestra que alrededor del 46% cree que solamente se usa para proyectos de grande envergadura, 34% de media envergadura y 20% de pequeña envergadura evidenciando la falta de información que se tiene acerca del tema.

Tabla 13.

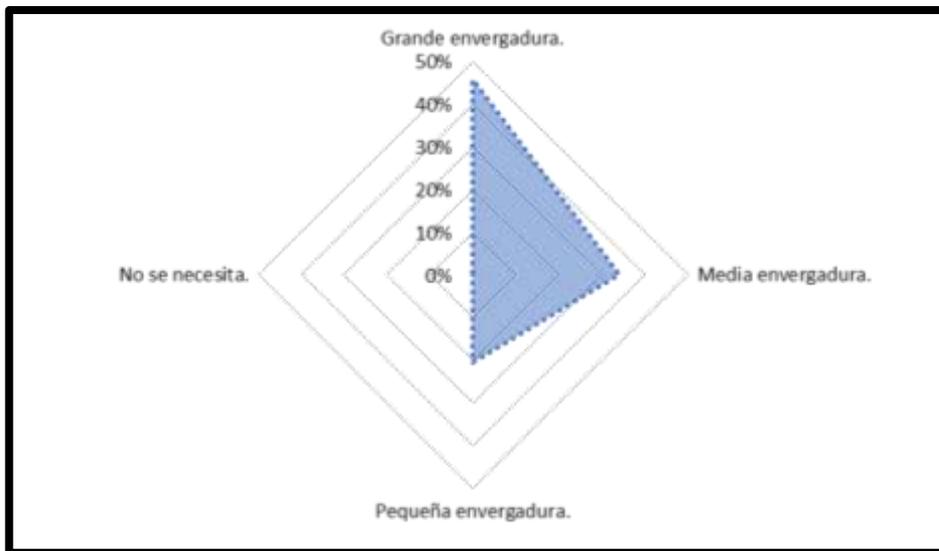
Resultados a la pregunta N°11 de la encuesta.

Pregunta N°11.- ¿Para qué tipos de proyecto crees usted que sirve la metodología BIM?	TOTAL	%
Grande envergadura.	27	46%
Media envergadura.	20	34%
Pequeña envergadura.	12	20%
No se necesita.	0	0%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 13

Gráfico de resultados a la pregunta N°11 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

12. Ventajas de la metodología BIM:

Como se observa en la Tabla 14 y Figura 14, el 14% tiene la certeza de que tendrá personal calificado, el 20% cree que la comunicación entre los involucrados mejorará, el 29% cree que habrá una mejora de equipamiento para el diseño y el 37% que contará con procesos más funcionales.

Tabla 14

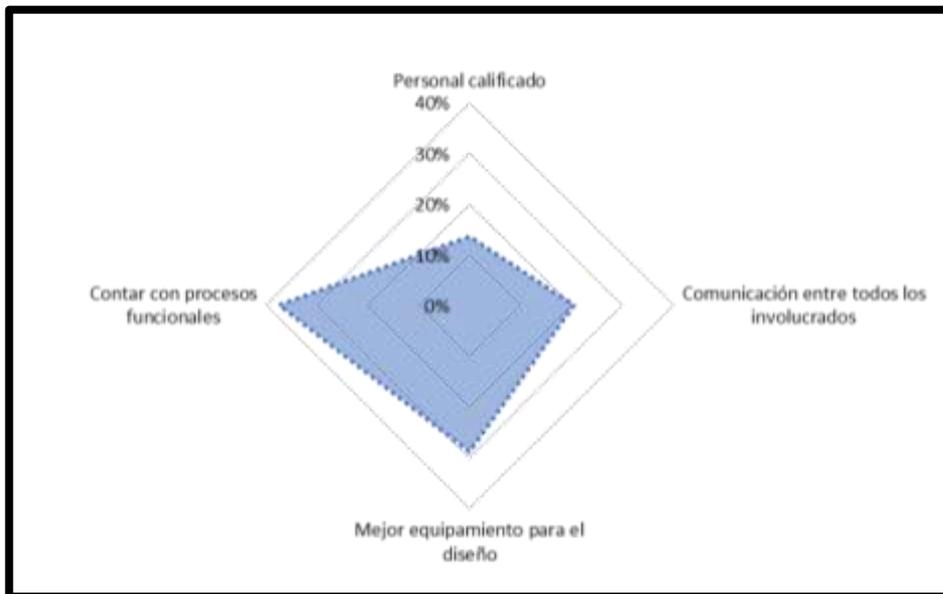
Resultados a la pregunta N°12 de la encuesta

Pregunta N°12.- ¿Qué ventajas traería la metodología BIM a su organización?	TOTAL	%
Personal calificado	8	14%
Comunicación entre todos los involucrados	12	20%
Mejor equipamiento para el diseño	17	29%
Contar con procesos funcionales	22	37%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 14

Gráfico de resultados a la pregunta N°12 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

13. ¿Por qué implementar la metodología BIM?

La Tabla 15 y Figura 15 muestran que la mayoría, con un 14%, piensa que esta será una exigencia del cliente, el 29% cree que una guía de implementación funcionaría para su apoyo, el 37% opina que será una ventaja competitiva en el mercado y el 20% cree que logrará más retribuciones económicas.

Tabla 15

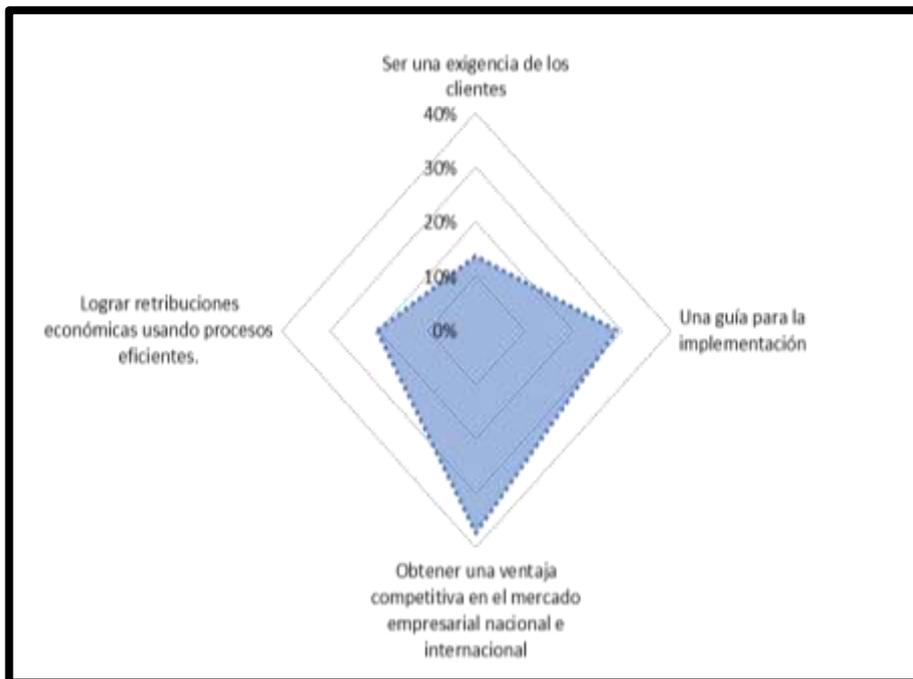
Resultados a la pregunta N°13 de la encuesta

Pregunta N°13.- ¿Qué factores cree usted que influirían en la implementación BIM en su empresa?	TOTAL	%
Ser una exigencia de los clientes	8	14%
Una guía para la implementación	17	29%
Obtener una ventaja competitiva en el mercado empresarial nacional.	22	37%
Lograr retribuciones económicas usando procesos eficientes.	12	20%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 15

Gráfico de resultados a la pregunta N°13 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

14. ¿Qué debería tener un manual de implementación?

En la Tabla 16 y Figura 16 se muestra que el 37% cree que debería haber información general para la implementación de la metodología BIM, el 27% pide un contenido fácil de asimilar y entendible para todo tipo de persona. El otro 24% pide una demostración ordenada, gradual y por fases del BIM y el 12% desea una demostración de manera práctica.

Tabla 16

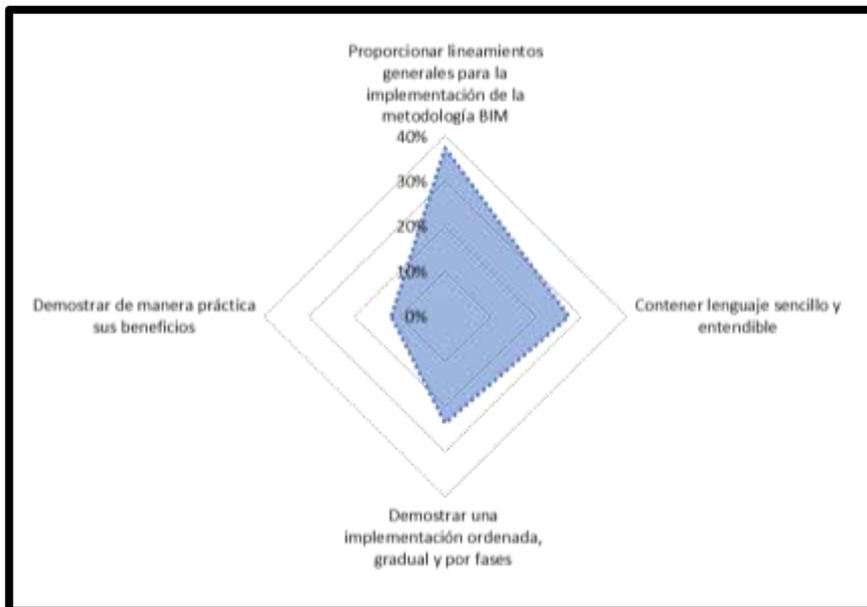
Resultados a la pregunta N°14 de la encuesta

Pregunta N°14.- ¿Qué características debería tener un manual de implementación para su organización?	TOTAL	%
Proporcionar lineamientos generales para la implementación de la metodología BIM	22	37%
Contener lenguaje sencillo y entendible	16	27%
Demostrar una implementación ordenada, gradual y por fases	14	24%
Demostrar de manera práctica sus beneficios	7	12%
TOTAL	59	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 16

Gráfico de resultados a la pregunta N°14 de la encuesta



Nota: Elaboración propia.

Según los resultados en las encuestas se puede afirmar que los principales problemas que se encuentran dentro del desarrollo de un proyecto son las interferencias entre las distintas especialidades y el cambio en el cronograma de obra, es por ello que la correcta implementación de la metodología BIM ayudará a reducir significativamente estas interferencias y por ende se podrá cumplir mejor el cronograma de obra.

El resultado de la encuesta también muestra que pocas son las micro y pequeñas empresas que tienen conocimiento y que tienen implementado esta metodología, gran parte las personas encuestadas manifiestan que tienen el interés de iniciar la implementación a largo plazo y lo positivo que se ha observado es que son pocas las empresas que no tienen pensado implementar la metodología BIM, es bueno ya que cada vez se va notando su importancia y los beneficios que genera dentro de una empresa; otro punto analizado y que el resultado ha sido positivo es que la mayoría de los encuestados tienen conocimiento acerca de qué es el BIM, pero lo negativo es que a muchos se les hace complicado iniciar esta implementación debido a que no cuentan con un manual de implementación que explique de una forma sencilla la correcta implementación progresiva de esta metodología y otros es porque no cuentan con personal capacitado.

Estos resultados han sido suficiente motivación para la elaboración de un manual de implementación de la metodología BIM que sea agradable al lector y puedan así iniciar la implementación progresiva de esta metodología.

3.3 Manual de procedimientos de implementación BIM

3.3.1. Objetivos y Alcances

3.3.1.1. Objetivos.

El objetivo principal del presente manual de implementación BIM es dar a conocer el proceso de implementación de una manera sencilla al lector de igual manera mostrar de una manera simple el significado de la metodología BIM junto a los beneficios que incluye la implementación de esta metodología en las empresas.

3.3.1.2. Alcances.

En el Perú la metodología BIM es una realidad que se volverá una obligación dentro de todas las empresas licitadoras del estado. Por esta necesidad se ha creado alcances necesarios para poder implementar con satisfacción esta metodología específicamente al a micro y pequeña empresa peruana. Con este motivo se desarrolla el siguiente plan de implementación en las siguientes fases.

- Niveles de desarrollo.
- Plataforma BIM.
- Principios básicos del modelado.
- Entregables BIM.
- Procesos de implementación.
- Funciones y responsabilidades de los usuarios BIM.

Siguiendo las pautas mostradas a continuación se podrá comenzar la implementación de esta fabulosa metodología en una empresa.

3.3.2. Plan de Implementación

El siguiente plan de implementación reúne información recopilada del Plan Nacional de Competitividad y Productividad, aprobado del 28 de julio de 2019, mediante el Decreto Supremo Nro. 237-2019-EF el cual muestra a adopción progresiva de la metodología BIM en el sector público junto a la Norma Técnica Peruana – ISO 19650-1:2021, BUILDING INFORMATION MODELING, la cual es necesaria para poder implementar esta metodología de correlación multidisciplinario, donde generalmente intervienen todas las áreas del proceso constructivo como arquitectura, estructuras, instalaciones mecánicas, eléctricas y sanitarias.

Según lo establecido en estas normas, el plan de implementación BIM contiene:

3.3.2.1. Nivel de Información necesaria (LOIN).

El nivel de información necesaria contiene los datos y requisitos necesarios para lograr y obtener los objetivos relacionados del proyecto. La información se separa en dos niveles:

- Nivel de información gráfica (LOD), el cual contiene elementos tridimensionales.
- Nivel de información no gráfica (LOI), el cual contiene información alfanumérica y tablas de contenido.

Figura 17

Nivel de información necesaria (LOIN)



Nota: Plan de Implementación BIM Perú.

A) Level Of Development:

El LOD (Level Of Development) o en español traducido como el nivel de desarrollo podemos encontrar que este es el nivel donde se encuentra información gráfica a detalle con mucha precisión de todos los modelados en 3D. En un mismo archivo pueden existir diferentes elementos y niveles de detalle gráfico y no gráfico. Los cuales sirven como indicadores del grado de confiabilidad del modelo BIM. De acuerdo al nivel de detalle gráfico y no gráfico que contiene un modelado BIM, se describe los diferentes niveles de desarrollo:

a. L.O.D 100.- Se caracteriza por:

Este nivel se distingue por que las representaciones son en 2d o 3d, pueden ser símbolos y figuras básicas que complementan el modelo de forma general o referencial. Es común que las especificaciones de todo este nivel este sujetas a cambios. Esta se ubica en la concepción del proyecto.

b. L.O.D 200.- Se caracteriza por:

Es caracterizado por las representaciones genéricas de los objetos y ensamblajes que incluyen la forma. La información adicional es de carácter general o referencial incluyendo aspectos como costos estimados y técnicas en el proceso. Este nivel sigue siendo muy propenso a modificaciones alineándose al diseño conceptual.

c. LOD 300.- Se caracteriza por:

En este nivel los elementos de los modelos son precisos de tamaño, forma, ubicación y cantidad permitiendo mediciones directas del modelo sin necesidad de información adicional. La información detallada y precisa se incorpora facilitando la detección de interferencias y la producción de documentos técnicos con cambios poco probables en la fase de diseño detallado.

d. LOD 350.- Se caracteriza por:

Se enfoca en la modelación detallada y específica con el tamaño, orientación y ubicación con otros sistemas incluyendo información gráfica y no gráfica con metrados y especificaciones técnicas. Estas características son estables y acompañan la fase de diseño avanzado y sus coordinaciones.

e. LOD 400.- Se caracteriza por:

Este nivel se caracteriza de una modelación detallada apta para la fabricación, montaje e instalación con la coordinación precisa con más elementos del proyecto. Las especificaciones de este modelo son fijas, adecuadas para las etapas de construcción y fabricación.

f. LOD 500.- Se caracteriza por:

Refleja la información completa que refleja el proyecto terminado y operativo donde se permite ver el nivel de generación final conteniendo todas las especificaciones y características definitivas del proyecto, asegurando que el modelo sea un fiel reflejo de la obra a construir. Este es indicativo de la finalización y evaluación post-construcción del proyecto.

Tabla 17*Level of Development*

Nivel de detalle	Nivel de detalle gráfico BIM	Nivel de detalle no gráfico del elemento BIM	Características	Etapa del proyecto
LOD 100	Símbolo representado como figura 2D o volumen simple.	Carácter general que posee características técnicas, costos y otros.	Suelen ser cambiadas al avance del proyecto.	Prediseño
LOD 200	Ensamblaje caracterizado con valores aproximados como tamaño, forma y orientación.	Posee características generales del modelo. Como técnicas, costos, entre otros.	Suelen ser cambiadas al avance del proyecto.	Anteproyecto en consulta
LOD 300	Objetos con características específicas medidas sin necesidad de notas o cotas en el diseño virtual.	Se define como información gráfica específicamente definida al origen del proyecto.	Produce planos para delimitar interferencias dentro del proyecto propios del expediente técnico. Tiene pocas probabilidades de cambio.	Proyecto básico

LOD 400	<p>Es un sistema de ensamblaje específico que posee todas las características necesarias del elemento representado. Puede ser interconectada con otros elementos.</p> <p>Son las piezas para la coordinación BIM</p>	<p>Incluye especificaciones técnicas, cotas, entre otros.</p>	<p>Las características a este nivel no varían en el modelo.</p> <p>Produce planos y documentos propios de expediente técnico.</p>	<p>Construcción y fabricación</p>
LOD 500	<p>Información finalizada del proyecto en tamaño y otras características</p>	<p>Proyecto finalizado en todos los términos necesarios para su ejecución junto a toda la información relevante.</p>	<p>Posee capacidad de producir planos del proyecto finalizado.</p> <p>No hay cambios en el modelo BIM.</p> <p>La información del diseño y la el estado actual del proyecto debe ser un reflejo fidedigno con lo construido y conforme al proyecto real.</p>	<p>Operación</p>

Nota: Adaptado de RM 242-2019-VIVIENDA, Lineamientos de BIM

3.3.2.2. Plataforma BIM.

La infraestructura para el modelado de información para la construcción (BIM) representa un sistema que une la tecnología con el desarrollo de procesos constructivos. Este equipamiento tecnológico tiene aplicaciones que facilitan y optimizan procesos en todo el desarrollo y la gestión de los mismos.

La plataforma BIM es constituido por software y hardware con protocolos de información y datos donde el software debe:

- Precisas especificaciones técnicas de los elementos en la construcción.
- Permitir la integración de diferentes especialidades presente en el proyecto y ser constante en todas las diferentes etapas del proceso.
- Contar con toda la información gráfica del proyecto en versiones 3D y 2D en formatos IFC y vectoriales como CAD.
- Debe permitir desarrollos paramétricos de los modelos dentro del proyecto.
- Permitir que la información sea extraíble a todos los modelos BIM de manera volumétrica en todo el software de vistas 3D y 2D conformando toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto.
- Libertad de uso para hacer el seguimiento, optimizar la comunicación, colaborar con el diseño, aumentar el control y entre otros.

Las herramientas BIM más utilizadas en el Perú son las siguientes:

A) REVIT

El software Revit sirve de apoyo a todas las áreas que trabajan dentro de la planificación desde el área de arquitectura a la del diseño de ingeniería y la construcción a crear los diseños de infraestructuras modelando formas en 3D con exactitud, agilizando la documentación para revisiones de planos, elevaciones, planificaciones a medida del avance del proyecto unificando todas las especialidades dentro del proyecto a una sola información visual como se observa en la Figura 18 y Figura 19.

La plataforma Revit de Autodesk se divide en tres aplicaciones las cuales son:

- Revit arquitectura: Esta sirve para el modelamiento arquitectónico.
- Revit estructuras: Esta aplicación sirve para la elaboración del diseño de estructuras dentro de un proyecto.
- Revit MEP: Esta aplicación sirve para la elaboración y diseño de instalaciones mecánicas, eléctricas y sanitarias.

Figura 18

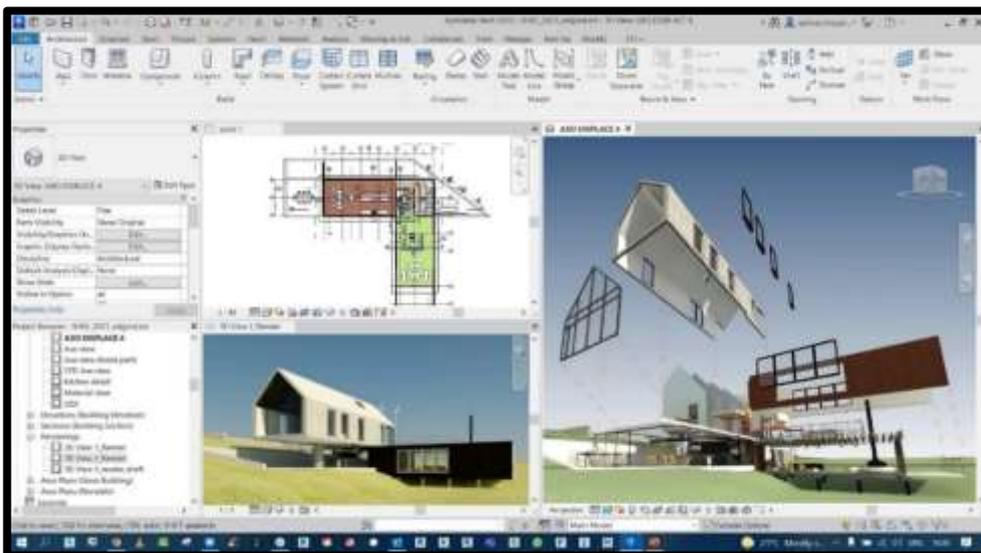
Software REVIT



Nota: AutoDesk – Revit

Figura 19

Software REVIT - Vistas



Nota: AutoDesk – Revit

B) NAVISWORKS

El software Navisworks (Figura 20) mejora la entrega de proyectos BIM permitiendo visualizar y unificar los datos de diseño en un solo modelo, solucionando conflictos de interferencias permitiendo ahorrar tiempo en el proyecto (Como se muestra en la Figura 21). Esta herramienta también es denominada como “CLASH DETECTION”.

Figura 20

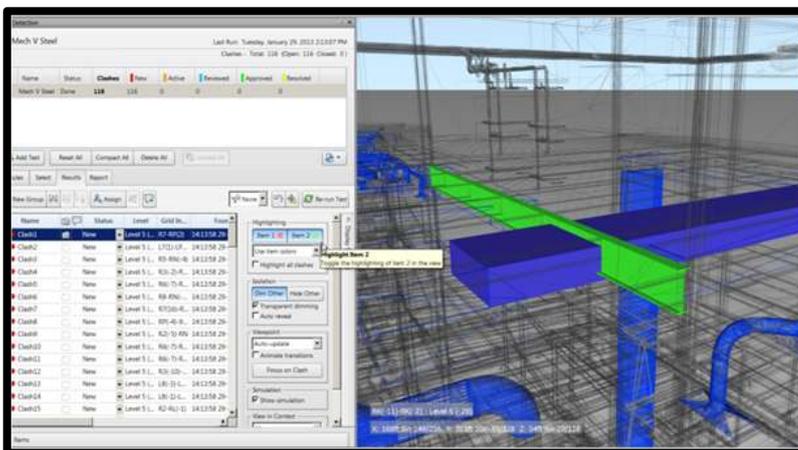
Software NAVISWORKS



Nota: AutoDesk – Navisworks

Figura 21

Software NAVISWORKS - Vistas



Nota: AutoDesk – Navisworks

En hardware se debe procesar especificaciones técnicas dentro del proyecto según requerimientos de revisión, modelado, entre otros, a fin de usar eficientemente el acceso al modelo por todas las partes interesadas.

La implementación de la metodología BIM va de la mano con la tecnología para el proceso de la información desde el modelado, extracción de información, visualizaciones a fin de garantizar el uso eficiente del modelo BIM para todos los usuarios desde el trabajador hasta el cliente. En este aspecto, se recomendarán tipos de HARDWARE (equipos de computadora) específicos para uso BIM y en diferentes gamas según las envergaduras del proyecto, mostrados en la Tabla 18, Tabla 19 y Tabla 20.

Tabla 18*Hardware Gama Media*

COMPUTADORA DE GAMA MEDIA		TC	3.78	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	(\$)	S/	(S/.)
	CPU INTEL CORE i5-11400F 6/12 TH			
1	2.6GHZ LGA 1200 65W TURBO CORE 4.40GHZ	\$205.00	S/	774.90
	PLACA ASUS TUF GAMING B56M- PLUS WIFI LGA 1200 B560 DDR4 HDMI M.2 MATX			
1		\$175.00	S/	661.50
	MEMORIA RAM DDR4 16GB, 2666MHZ HYPER X FURY BLACK BEAST			
1		\$88.00	S/	332.64
	SSD KINGSTON NV1, 500GB M.2 Pcle NVME			
1		\$66.00	S/	249.48
	DISCO DURO WESTERN DIGITAL BLUE, 1TB, 64MB SATA III 6.0GBS 3.5"			
1		\$46.00	S/	173.88
	TARJETA DE VIDEO ASUS TUF GAMIN GTX 1660TI 6GB GDDR6 192 BIT			
1		\$605.00	S/	2,286.90
	CASE MSI MAG MAG VAMPIRIC 010, V/TEMPLADO			
1		\$55.00	S/	207.90
	TECLADO + MOUSE			
1		\$33.00	S/	124.74
	ESTABILIZADOR FORZA FVR- 1202USB, 600W, 1200VA, 220V, 8 TOMAS, USBx2.			
1		\$25.00	S/	94.50
	MONITOR SAMSUNG (24T350) 24" FULL HD IPS, 75HZ, HDMI, VGA.			
1		\$158.00	S/	597.24
	FUENTE DE PODER EVGA BQ, 600W 80 PLUS BRONZE, SEMI MODULAR			
1		\$70.00	S/	264.60
TOTAL		\$1,526.00	S/	5,768.28

Nota: Elaboración propia.

Tabla 19*Hardware Gama Media Alta*

COMPUTADORA DE GAMA MEDIA ALTA		TC	3.78		
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)	VALOR (S/.)		
1	CPU INTEL CORE i7-11700F (2.9GHZ UP TO 4.8GHZ) 16MB LGA 1200	\$395.00	S/	1,493.10	
1	MOTHERBOARD ASUS PRIME Z590- P, WIFI, DDR4 LGA 1200	\$235.00	S/	888.30	
1	MEMORIA RAM DDR4 16GB, 2666MHZ HYPER X FURY BLACK BEAST	\$88.00	S/	332.64	
1	SSD 500GB WSTER DIFITAL BLACK SN750 SE M.2 2280 NVME PCIE 3.0x4	\$88.00	S/	332.64	
1	DISCO DURO SEAGATE BARRACUDA, 2TB, 64MB, SATA III 6.0GBPS, 5400RPM, 3.5"	\$66.00	S/	249.48	
1	TARJETA DE VIDEO EVGA GEFORCE RTX 3060TI 8GB GDDR6 256BITS XC GAMING	\$830.00	S/	3,137.40	
1	CASE MSI MAG MAG VAMPIRIC 010, V/TEMPLADO	\$55.00	S/	207.90	
1	TECLADO + MOUSE	\$33.00	S/	124.74	
1	ESTABILIZADOR FORZA FVR- 1202USB, 600W, 1200VA, 220V, 8 TOMAS, USBx2.	\$25.00	S/	94.50	
1	MONITOR GAMING HP X21IH, 24" IPS, FHD, 144HZ, 1MS, PIVOT	\$225.00	S/	850.50	
1	FUENTE DE PODER NZXT C750 MODULAR DE 750W, ATX, 80 PLUS GOLD	\$115.00	S/	434.70	
1	COOLER PARA CPU COOLER MASTER HYPER 212 SPECTRUM	\$42.00	S/	158.76	
TOTAL		\$2,197.00	S/	8,304.66	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 20*Hardware Gama Alta*

COMPUTADORA DE GAMA ALTA		TC	3.78
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)	VALOR (S/.)
1	CPU INTEL CORE i9-11900K 8/16TH 3.50GHX TURBO CORE 5.30GHZ INTEL UDGRAPHICS 750 LGA 1200	\$590.00	S/ 2,230.20
1	MOTHERBOARD ASUS Z590-E ROG STRIX WIFI, DDR4, LGA 1200.	\$305.00	S/ 1,152.90
1	MEMORIA T-FORCE DELTA RGB, 16GB, DDR4, 3200MHZ	\$186.00	S/ 703.08
1	SSD 1TB WSTER DIGITAL BLACK SN750 M.2 2280 NVME PCIE 3.0x4	\$175.00	S/ 661.50
1	DISCO DURO SEAGATE BARRACUDA, 2TB, 64MB, SATA III 6.0GBPS, 5400RPM, 3.5"	\$66.00	S/ 249.48
1	TARJETA DE VIDEO EVGA GEFORCE RTX 3060TI 8GB GDDR6 256BIT	\$1,250.00	S/ 4,725.00
1	CASE MSI MAG MAG VAMPIRIC 010, V/TEMPLADO	\$55.00	S/ 207.90
1	TECLADO + MOUSE	\$33.00	S/ 124.74
1	ESTABILIZADOR FORZA FVR- 1202USB, 600W, 1200VA, 220V, 8 TOMAS, USBx2.	\$25.00	S/ 94.50
1	MONITOR GAMING HP X27 27" FHD (1920x1080) 165HZ, 1MS, IPS	\$310.00	S/ 1,171.80
1	FUENTE EVGA SUPERNOVA 850 GT 850W GOLD MODULAR	\$140.00	S/ 529.20
1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO COOLER MASTER MASTERLIQUID ML240L V2 ARGB	\$105.00	S/ 396.90
TOTAL		\$3,240.00	S/ 12,247.20

Nota: Elaboración propia.

3.3.2.3. Protocolos de comunicación.

Para tener una comunicación +optima entre todos los participantes de un proyecto, lo básico que debe existir es la conexión a internet con un ancho de banda mínimo de 20MB y Google Chrome como explorador de internet debido a su gran velocidad de transferencia de datos. Luego se deberán de crear cuentas corporativas para cada miembro de la empresa con el fin de poder aprovechar todas las herramientas que ofrece Google Drive o Gmail para el trabajo cooperativo.

Referente a la aplicación del BIM en la construcción, hoy en día existen muchas plataformas donde se pueden observar proyectos, los cuales han sido modelados en los softwares antes mencionados, un ejemplo de estas plataformas es “Dalux”, este software es completamente gratuito y permite insertar dentro de la plataforma modelamientos e información que los usuarios podrán visualizar cuando se requieran de una forma sencilla.

3.3.3. Posición y Orientación del modelado

Se deberá usar coordenadas (x,y,z reales) teniendo como referencia las coordenadas del sistema UTM, Datum y Huso dentro de todos los archivos y datos en el software BIM.

En el Perú se utiliza el sistema de referencia WGS 84 / UTM zona 17S, WGS 84 / UTM zona 18S y WGS 84 / UTM zona 19S (Instituto Geográfico Nacional).

3.3.4. Entregables BIM

3.3.4.1. Consideraciones generales

En todos los proyectos que utilicen la metodología BIM los entregables constarán de los siguientes contenidos (Ver Tabla 21):

Tabla 21

Consideraciones Generales (Entregables)

NÚMERO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
LT.0	Modelo 3D	Representación digital en tres dimensiones de las características físicas del equipamiento a partir de la información gráfica.
LT.1	Plano 2D	Documento donde se muestra con precisión la representación grafica 2D del diseño, ubicación y relaciones con todos los equipamientos en el modelado.

LT.2	Vista 3D	Documento con datos de todo el modelo donde muestra presentaciones graficas del diseño con todas las representaciones 3D junto a los elementos del equipamiento dentro del proyecto y modelado.
LT.3	Tabla/listado	Documento con datos de todo el modelo donde presenta todos los registros organizados bajo un conjunto de celdas donde llenar dichos datos del proyecto y modelado.
LT.4	Informe	Documento en base a datos, planos, vistas destinados a comunicar información para la toma de decisiones durante el desarrollo del modelado.
LT.5	Cronograma	Representa diagrama temporal de las actividades a cumplir donde todas están están asociadas con sus respectivas duraciones en el mismo proyecto.
LT.6	Libro de registro	Documento desarrollados en todo el proceso del modelado y construcción del proyecto cronológicamente ordenados con todos los registros realizados en todo el tiempo transcurrido en el proceso constructivo.

Nota: Plan de Implementación BIM Perú.

El BIM manager debe contar con diferentes procesos dentro de la administración del proyecto, por lo tanto, se dejan a continuación algunas pautas necesarias: (Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25)

Tabla 22*Pautas Generales (Entregables)*

1. VISUALIZAR LA SOLUCIÓN PARA FACILITAR LA INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO				
NÚMERO	PROPUESTA DE ACCIÓN BIM	TIPO	ALCANCE DEL ENTREGABLE	USO DE MODELO
1.10	Generar planos coherentes	LT.1-1	Planos del proyecto de E <= 1: 50.	Documentación 2D
		LT.2-1	Vistas y renders	Visualización 3D
		LT.6-1	Registro de planos.	Gestión de registros
1.20	Analizar incidencias en el proyecto	LR.6-2	Registro de análisis de puntos críticos.	Gestión de registros
		LT.2-2	Vista de puntos críticos como solución.	Visualización 3D
1.30	Integración del entorno del diseño	LT.2-3	Vistas 3D en la integración de vista de paisaje.	Visualización 3D
1.40	Análisis visual interno	LT.2-4	Acabados interior con vistas en 3D.	Visualización 3D
1.50	Analizar el cumplimiento espacial	LT.1-2	Definición de espacios dentro del programa.	Documentación 2D
		LT.3-1	Tablas de numeración de complementos espaciales dentro del programa.	Programa funcional

1.60	Identificar materiales dentro de la edificación	LT.1-3	Etiquetado de los planos 2D E <= una y cincuenta.	Documentación 2D
		LT.3-3	Tablas con nivel y otros elementos de información espacial.	Especificación

Nota: Plan de Implementación BIM Perú.

Tabla 23

Pautas Generales (Entregables)

2. GARANTIZAR LA COORDINACIÓN ENTRE ESPECIALIDADES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO				
NÚMERO	PROPUESTA DE ACCIÓN BIM	TIPO	ALCANCE DEL ENTREGABLE	USO DE MODELO
2.10	Distribución de tareas según responsables y capacidades.	LT.3-4	Planos del proyecto de E <= 1: 50	Documentación 2D
2.20	Detección de problemas de manera anticipada.	LT.2-5	Vistas y Renders	Visualización 3D
		LT.4-1	Registros de planos reales del proyecto	Gestión de registros
2.30	Coordinación entre especialidades.	LT.4-2	Análisis de puntos críticos.	Gestión de registros

		LT.2-6	Solución de puntos críticos.	Visualización 3D
2.40	Planificación a detalle del proceso constructivo.	LT.3-5	Integración del equipamiento en el entorno 3D.	Visualización 3D
		LT.5-1	Vistas 3D con grado de definición alto desde los puntos más significativos.	Visualización 3D

Nota: Plan de Implementación BIM Perú.

Tabla 24

Pautas Generales (Entregables)

3. FACILITAR LA TRAZABILIDAD DEL AVANCE DEL PROYECTO				
NÚMERO	PROPUESTA DE ACCIÓN BIM	TIPO	ALCANCE DEL ENTREGABLE	USO DE MODELO
3.10	Seguimiento total.	LT.3-4	Planos del proyecto de E <= 1: 50	Documentación 2D
3.20	Definición de propuesta general.	LT.2-5	Vistas y renders para solución	Visualización 3D
3.30	Propuestas de cambio para mejorar la zona afectada.	LT.4-1	Registro de planos.	Gestión de registros
		LT.4-2	Registro de puntos críticos	Gestión de registros

		LT.2-6	Chuck de soluciones de puntos críticos.	Visualización 3D
3.40	Decisiones de cambio: trazabilidad.	LT.3+-5	Integración de los elementos en conjunto con todos los puntos de vista.	Visualización 3D
		LT.5-1	Alta definición 3D en diferentes vistas en la proyección.	Visualización 3D
3.5	Gestión y relación de archivos.	LT.3-9	Listado de codificación de documentos integrada	Selección y especificación
		LT.6-5	Vinculación de documentos con objetos del modelo	Gestión de registros

Nota: Plan de Implementación BIM Perú.

Tabla 25*Pautas Generales (Entregables)*

4. VISUALIZAR LA SOLUCIÓN PARA FACILITAR LA INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO				
NÚMERO	PROPUESTA DE ACCIÓN BIM	TIPO	ALCANCE DEL ENTREGABLE	USO DE MODELO
		LT.2-10	Planos de la distribuciones de los espacios.	Documentación 2D
1.10	Ubicar materiales de la edificación.	LT.3-13	Tabla de registros activos de campo.	Selección y especificación
		LT.3-14	Tabla de registros activos de acabados.	Selección y especificación
		LT.3-15	Lista de objetos con codificación.	Selección y especificación
1.20	Transferencia de proyectistas a usuario final.	LT.3-16	Relación de objetos y materiales en tabla.	Selección y especificación
		LT.4-3	Requerimiento de información en cumplimiento.	Selección y especificación
1.40	Necesidades de mantenimiento en la edificación.	LT.3-17	Relación de objetos en código para gestión de archivos.	Selección y especificación

Nota: Plan de Implementación BIM Perú.

3.3.5. *Procesos de implementación BIM*

Consiste en la elaboración de procedimientos y flujos de trabajos asegurando la implementación básica inicial.

3.3.5.1. Evaluación Inicial

Realizar el levantamiento de información de procesos internos mediante entrevistas en las distintas áreas que intervienen en el proyecto para adaptar la implementación de objetivos y necesidades de la empresa particulares en todo el proceso. Implementación del modelo

Es realizado mediante capacitaciones en la utilización del software y el uso de las herramientas virtuales BIM iniciando la creación de familias con la búsqueda de incompatibilidades en un proyecto.

3.3.5.2. Puesta en Marcha

El coordinador general BIM deberá crear un proyecto base en un periodo de corto de tiempo junto a un pequeño equipo calificado en donde debe hacer un ensayo prototipo estableciendo metodologías para evaluar avance.

El control de calidad será de acuerdo con lo planteado en el manual, asegurando el uso correcto de herramientas BIM alcanzando los objetivos del modelo BIM. Debe asegurar las coordenadas correctas y orientación del proyecto.

3.3.6. *Funciones y responsabilidades*

El coordinador general BIM contempla de una manera macro todas las funciones dentro de un proyecto que trabaja con BIM, coordinador BIM entrelaza comunicación entre áreas para sincronizar el trabajo y supervisor BIM velará por la calidad del modelo BIM. Todos trabajan en conjunto para lograr el objetivo de culminar en armonía todas las áreas de influencia antes del inicio de obra.

3.3.6.1. Coordinador General BIM.

Los responsables del proyecto deben dar conformidad a los objetivos del proyecto, modelo, alcances de plan de implementación y ejecución BIM, debe facilitar el trabajo colaborativo entre los involucrados propiciando la interoperabilidad entre plataformas y herramientas.

3.3.6.2. Coordinador BIM.

Encargado del cumplimiento del plan de ejecución BIM, desarrollo, gestión de información y la integración de los modelos BIM.

Elabora y da conformidad al plan de ejecución, así como identifica y resuelve conflictos expuestos, conforma el equipo tomando un coordinador BIM por especialidad, elabora la

matriz de responsabilidades precisando las obligaciones a cada integrante del equipo BIM y presenta los productos de acuerdo al alcance y objetivo del proyecto y modelado.

3.3.6.3. Supervisor BIM.

Responsable del control de calidad del modelo BIM velando por el propietario o entidad verificando el cumplimiento de las características establecidas por el cliente, da seguimiento al trabajo realizado por el coordinador BIM, verifica que no se encuentren incompatibilidades del modelo de cada especialidad y participa en las reuniones de coordinación al modelo BIM.

3.3.7. *Aseguramiento y control de seguridad*

El supervisor BIM deberá garantizar la realización de la actualización final del Plan de implementación BIM, el control de cumplimiento en la relación de los entregables a base de modelos con documentos de cumplimientos de los requerimientos de información. Valoración de indicadores junto a las acciones y asimismo revisar el cumplimiento de requerimientos de Información del proyecto.

3.3.8. *Aseguramiento y control de calidad del modelo*

Para verificar y aprobar este proceso, el responsable BIM debe verificar que los modelos utilicen coordenadas U T M y dando fidelidad de que situados en los puntos de origen establecidos al inicio del proyecto, verifica que los modelos contengan los objetos especificados en el listado de objetos estando correctamente codificados bajo la clasificación bajo su función, justifica el ingreso de objetos adicionales y elimina aquellos innecesarios, verifica la coherencia en los modelos 3D y planos 2D, verifica el formato de los archivos y convenciones de nomenclatura y codificación así como los archivos de modelos nativos y referencias externas y por último, verifica la exportación del modelo según el estándar IFC.

3.3.9. *Aseguramiento y control de calidad de los datos*

Las verificaciones de datos incluidos en los modelos virtuales deberán ser verificados por los responsables de cada modelo cumpliendo los requerimientos del proyecto y del manual y deberá proponerse un sistema de verificación que incluya las condiciones de conformidad, precisión, validez, solidez, coherencia, a tiempo, transferencia y comprensión.

3.3.10. *Beneficios*

La implementación de esta metodología básicamente es una oportunidad de crecimiento para las micro y pequeñas empresas del Perú en el sector construcción ya que

desarrollarían ventajas en planificación, ejecución y el cierre de sus proyectos innovando en un mercado competitivo.

Entonces en base a esta información empezaremos a analizar los aspectos de apoyo dentro de las organizaciones para tener certeza los lugares donde el uso de BIM innova.

En la Colaboración la metodología incita una comunicación eficaz entre todos los involucrados y no nos referimos a una comunicación verbal.

En la metodología BIM se utilizan diferentes softwares (Ver Fig. 22) que se entrelazan en una misma base de datos y los involucrado gracias a estos programas tienen actualizaciones en todos los aspectos constructivos del proyecto de una manera virtual.

Figura 22

Realidad Virtual



Nota: Beneficios del BIM (Realidad Virtual)

Estas actualizaciones en tiempo real son recibidas por el supervisor de campo en la misma obra pudiendo observar si los procesos de estructuras, instalaciones eléctricas, sanitarias, arquitectura, etc.

En la eficiencia la metodología BIM tiene un método de detección de errores que se llama Clash Detection o detección de interferencias. Las interferencias dentro de un proyecto (Ver Fig. 23) es una de las causas más grandes de aumento en los costos en el proceso operativo de construcción. En una obra de envergadura grande significa entre 12,000 y 30,000 dólares sobre el presupuesto asignado, estas interferencias pueden afectar tanto el

proceso constructivo que la utilidad puede quedar en cero y peor aún, la negación del cliente al aceptar el trabajo.

Figura 23

Interferencia de especialidades (Realidad)

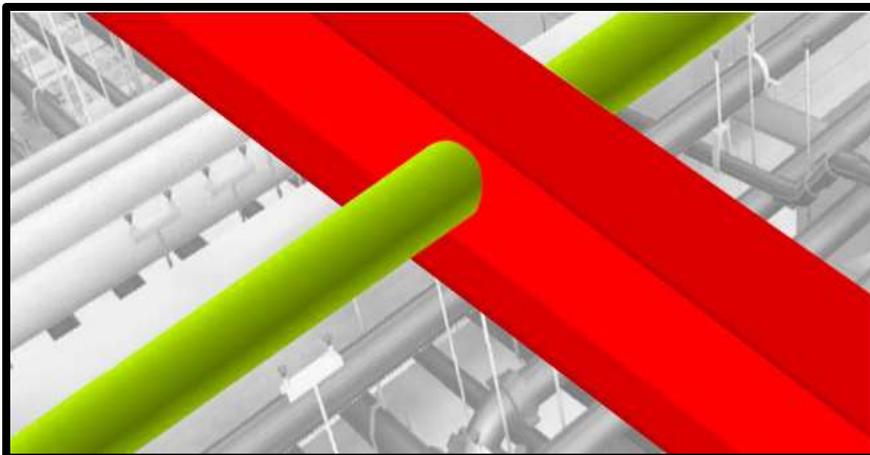


Nota: Beneficios del BIM (Interferencia de especialidades)

En la metodología BIM se pueden observar estas interferencias previamente en el modelado 3D (Ver Fig. 24) pudiendo detectar con anticipación estos errores, ahorrando un montón a la empresa en gastos operativos.

Figura 24

Interferencia de especialidades (NavisWorks)



Nota: Beneficios del BIM (NavisWorks)

En la historia siempre existió la premisa de que el conocimiento da seguridad en cualquier actividad que se realice, es así como con el BIM tenemos a la mano la planificación temporal, costos y la construcción en un modelo virtual podremos ver con exactitud cada fase del proceso constructivo en cada tiempo determinado antes de iniciar el proceso constructivo y en el proceso real.

Con el tema operativo, pues la metodología BIM funciona perfectamente y así como cambia la experiencia del trabajador de la misma manera la cambia para el cliente, generándole seguridad logrando visualizar el producto final antes de comenzar. El cliente con esta metodología puede hacer un seguimiento también al avance de su proyecto.

Figura 25

Modelamiento 3D (Revit)



Nota: Beneficios del BIM (Modelamiento 3D)

3.3.11. Presupuesto Anual

Tabla 26

Presupuesto Anual

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CAN T	P. UNIT	SUBTOT AL	TOTAL	
IMPLEMENTACIÓN DE HARDWARE NECESARIO PARA USO DE HERRAMIENTAS BIM							
HARDWARE BÁSICO							
1.00	COMPUTADORA COMPLETA DE ESCRITORIO + CPU CORE I5 11900F+PERIFÉRICOS+ ESTABILIZADOR+MOUSE+TECLADO	und	1.00	5768.28	5768.28	5768.28	
	SMARTPHONE	und	1.00	1500.00	1500.00	1500.00	
	HARDWARE GAMA MEDIA						
	COMPUTADORA COMPLETA DE ESCRITORIO + CPU CORE I5 11900F+PERIFÉRICOS+ ESTABILIZADOR+MOUSE+TECLADO	und	1.00	8304.86	8304.86	8304.86	
	SMARTPHONE	und	1.00	1500.00	1500.00	1500.00	
	HARDWARE GAMA ALTA						
	COMPUTADORA COMPLETA DE ESCRITORIO + CPU CORE I5 11900F+PERIFÉRICOS+ ESTABILIZADOR+MOUSE+TECLADO	und	1.00	12247.20	12247.20	12247.20	
	SMARTPHONE	und	1.00	1500.00	1500.00	1500.00	

	SOFTWARE					
2.00	WINDOWS OFFICE 365	und	12.00	20.00	240	240.00
	SOFTWARE BIM (Software libre)	und	1.00			
	MULTIPLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN- DALUX	und	1.00			
	ÚTILES DE ESCRITORIO					
3.00	PAPELERÍA Y PUTILES DE ESCRITORIO	mes	12.00	200	2400	2400
	IMPRESIONES Y FOTOCOIAS	und	1.00			
	COMUNICACIONES Y SERVICIOS					
4.00	PLAN POSTPAGO SMART DATOS 4.5 G	mes	1.00	12.00	60.00	72.00
	SERVICIO DE CORREO ELECTRÓNICO USANDO MICROSOFT 360°	mes	1.00	12.00	15.00	180.00
	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL					
	ESPECIALIZACIÓN REVIT BÁSICO, INTERMEDIO Y AVANZADO	und	1.00	1500.00	1500.00	1500.00
	ESPECIALIZACIÓN EN BIM MANAGER	und	1.00	1500.00	1500.00	1500.00
	USO DE PLATAFORMA BIM	und	1.00			
PRESUPUESTO ANUAL APROXIMADO GAMA ALTA						\$ 14,660.28
PRESUPUESTO ANUAL APROXIMADO GAMA MEDIA						\$ 17,196.86
PRESUPUESTO ANUAL APROXIMADO GAMA BAJA						\$ 19,639.20

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Luego de haber elaborado la guía de implementación BIM presentada en el capítulo anterior, se realizará una encuesta tanto a las micro y pequeñas empresas como a profesionales con experiencia en la implementación BIM, para así apelar al juicio de expertos y validar la aplicación de la guía.

La encuesta, la cual ha sido el instrumento de investigación que más ha aportado en el presente trabajo, se ha desarrollado de manera virtual y evalúa criterios puntuales de la guía con las siguientes preguntas:

Pregunta N°1: ¿Considera que el manual de procedimientos de implementación BIM elaborado contiene lenguaje sencillo y entendible?

Pregunta N°2: ¿Considera útil este manual para la implementación progresiva del BIM?

Pregunta N°3: ¿Considera que los niveles de desarrollo (LOD) están especificados con detalle?

Pregunta N°4: ¿Considera que el Hardware propuesto para la implementación de esta metodología es accesible en el mercado peruano?

Pregunta N°5: ¿Considera que los Software propuestos son asequibles?

Pregunta N°6: ¿Considera que el protocolo de comunicación es de fácil acceso?

Pregunta N°7: ¿Considera que las plataformas de comunicación mencionadas son útiles dentro de una empresa?

Las respuestas a las preguntas de la encuesta se encuentran en la Tabla 27, Figura 26, Tabla 28, Figura 27, Tabla 29, Figura 28, Tabla 30, Figura 29, Tabla 31, Figura 30, Tabla 32, Figura 31, Tabla 33 y Figura 32.

Tabla 27

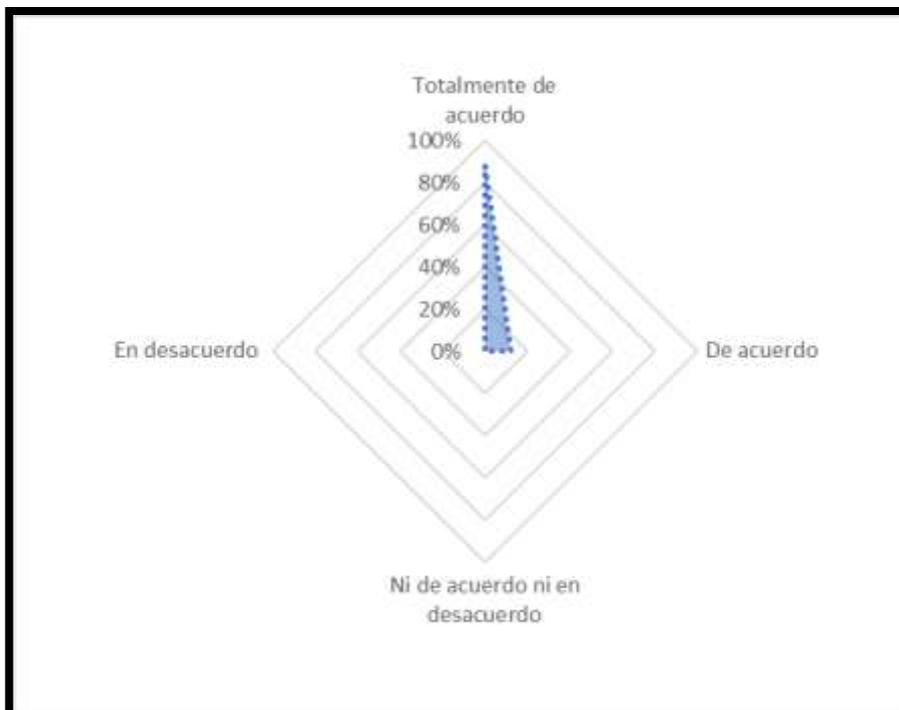
Respuestas a la Pregunta N°01 de la encuesta de validación

Pregunta N°01.- ¿Considera que el manual de procedimientos de implementación BIM elaborado contiene lenguaje sencillo y entendible?	TOTAL	%
Totalmente de acuerdo	7	88%
De acuerdo	1	13%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	8	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 26

Gráfico de respuestas a la Pregunta N°01 de la encuesta de validación



Nota: Elaboración propia.

Tabla 28

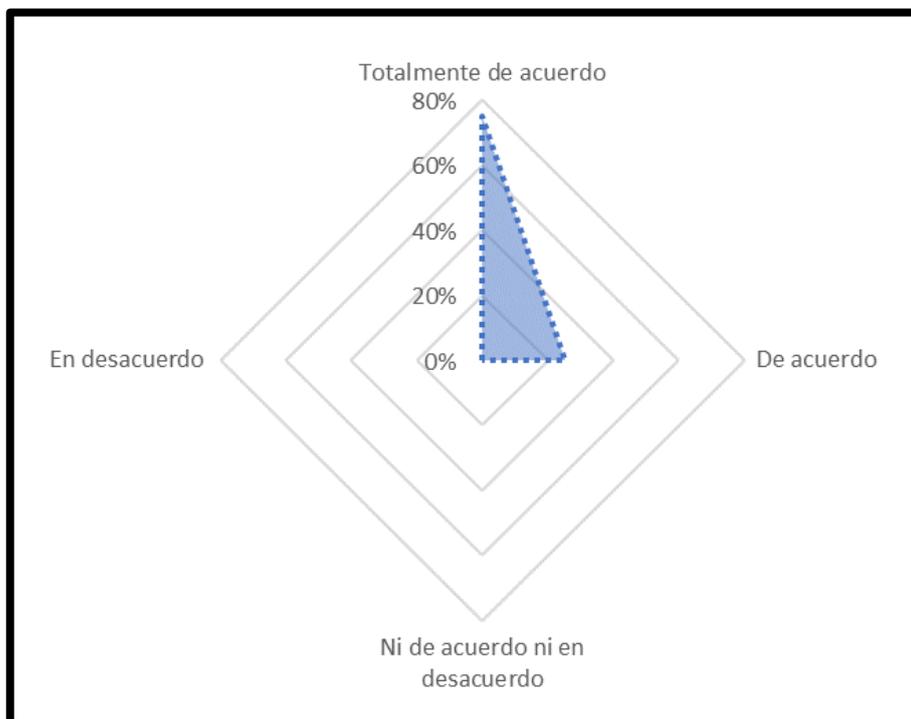
Respuestas a la Pregunta N°02 de la encuesta de validación

Pregunta N°02: ¿Considera útil este manual para la implementación progresiva del BIM?	TOTAL	%
Totalmente de acuerdo	6	75%
De acuerdo	2	25%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	8	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 27

Gráfico de respuestas a la Pregunta N°02 de la encuesta de validación



Nota: Elaboración propia.

Tabla 29

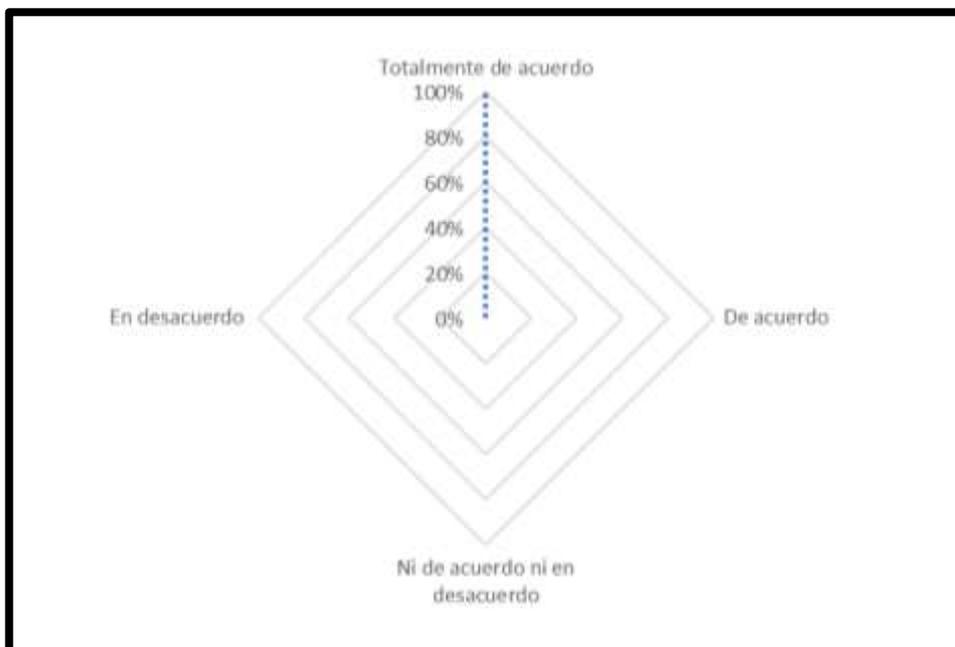
Respuestas a la Pregunta N°03 de la encuesta de validación

Pregunta N°03: ¿Considera que los niveles de desarrollo (LOD) están especificados con detalle?	TOTAL	%
Totalmente de acuerdo	8	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	8	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 28

Gráfico de respuestas a la Pregunta N°03 de la encuesta de validación



Nota: Elaboración propia.

Tabla 30

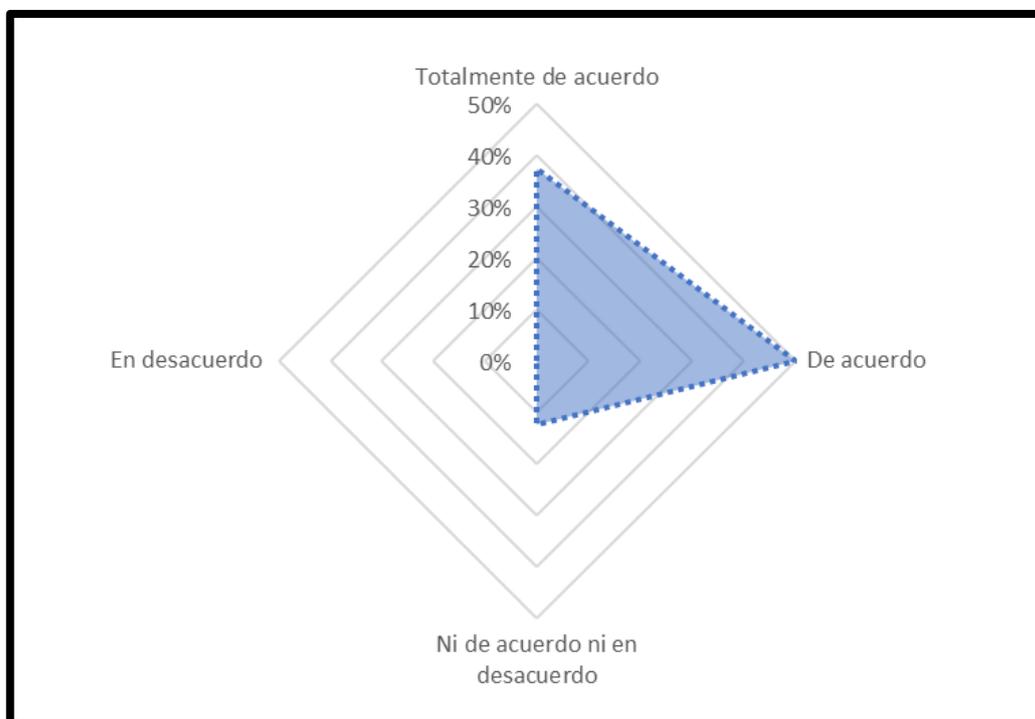
Respuestas a la Pregunta N°04 de la encuesta de validación

Pregunta N°04: ¿Considera que el Hardware propuesto para la implementación de esta metodología es accesible en el mercado peruano?	TOTAL	%
Totalmente de acuerdo	3	38%
De acuerdo	4	50%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1	13%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	8	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 29

Gráfico de respuestas a la Pregunta N°04 de la encuesta de validación



Nota: Elaboración propia.

Tabla 31

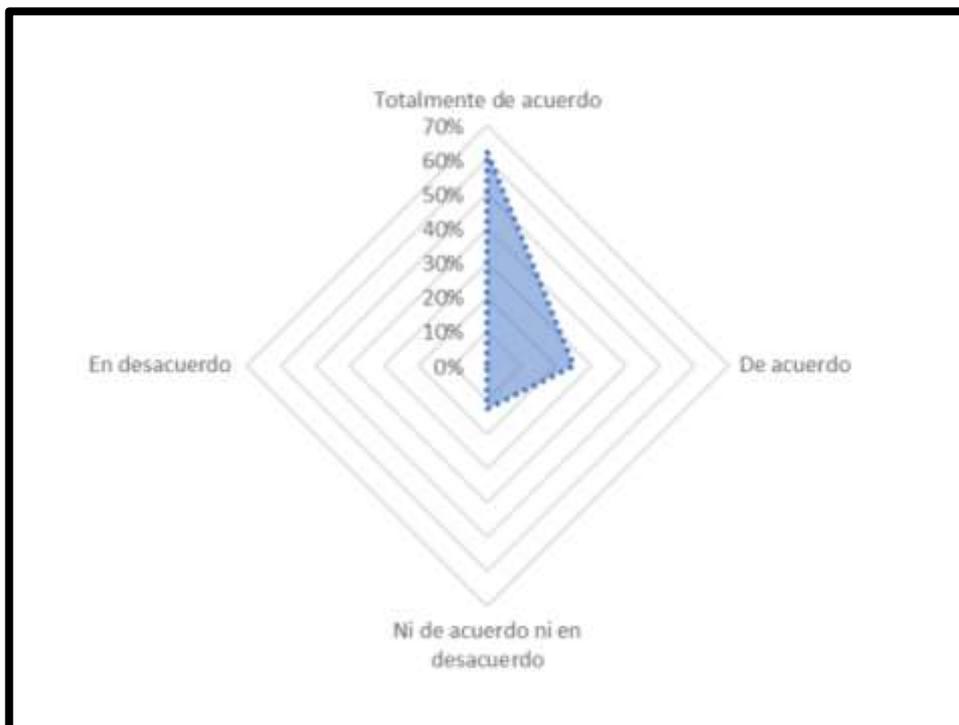
Respuestas a la Pregunta N°05 de la encuesta de validación

Pregunta N°05: ¿Considera que los Software propuestos son asequibles?	TOTAL	%
Totalmente de acuerdo	5	63%
De acuerdo	2	25%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1	13%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	8	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 30

Gráfico de respuestas a la Pregunta N°05 de la encuesta de validación



Nota: Elaboración propia.

Tabla 32

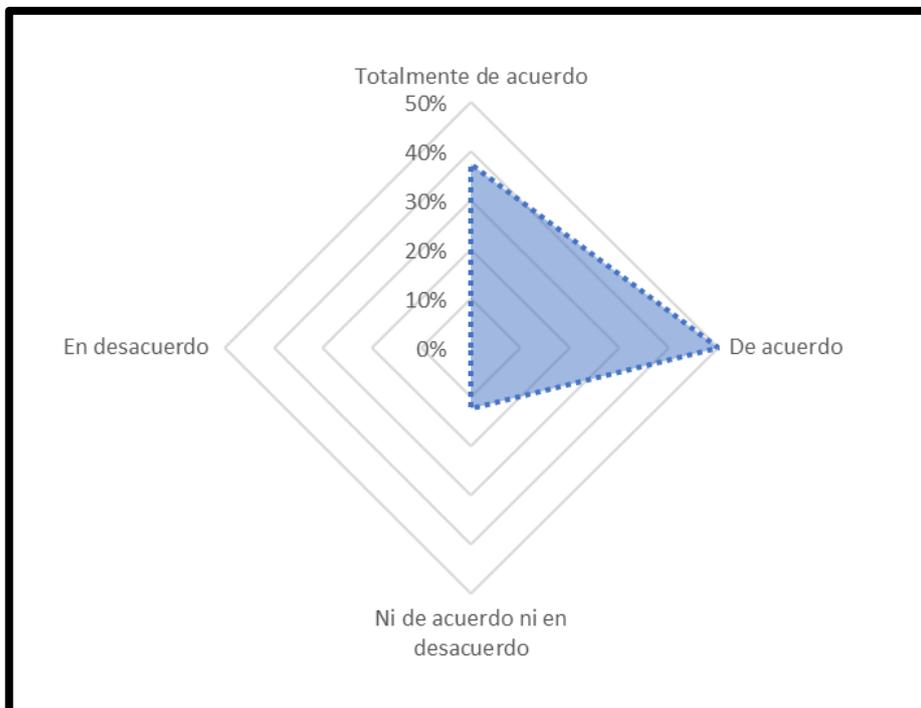
Respuestas a la Pregunta N°06 de la encuesta de validación

Pregunta N°06: ¿Considera que el protocolo de comunicación es de fácil acceso?	TOTAL	%
Totalmente de acuerdo	3	38%
De acuerdo	4	50%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1	13%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	8	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 31

Gráfico de respuestas a la Pregunta N°06 de la encuesta de validación



Nota: Elaboración propia.

Tabla 33

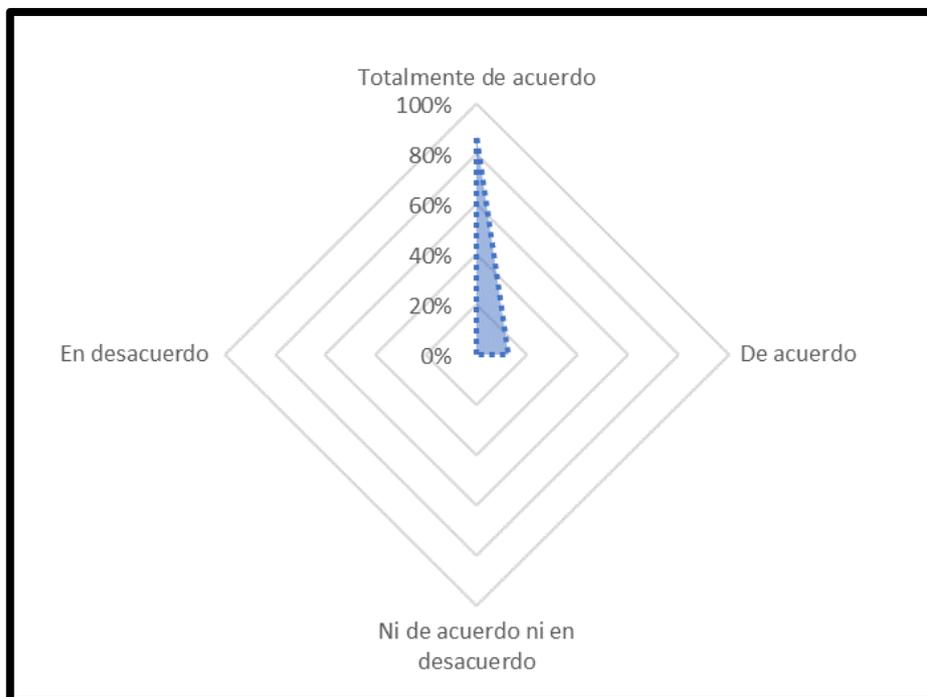
Respuestas a la Pregunta N°07 de la encuesta de validación

Pregunta N°7: ¿Considera que las plataformas de comunicación mencionadas son útiles dentro de una empresa?	TOTAL	%
Totalmente de acuerdo	7	88%
De acuerdo	1	13%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	8	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 32

Gráfico de respuestas a la Pregunta N°07 de la encuesta de validación



Nota: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Tomando de base las encuestas realizadas, tanto a las micro y pequeñas empresas del sector construcción del Perú y a especialistas en la implementación de la metodología BIM, se ha logrado concluir que en la cultura peruana no existe un concepto básico de lo que es el BIM ya que se ha observado que se ha sistematizado este concepto como un diseño 3D lo cual es solo una parte de lo que en sí es esta metodología.

2. Gracias a esta encuesta también se ha llegado a la conclusión de que gran parte de los peruanos tiene conocimiento base sobre la metodología BIM solo se limitan a la concepción del BIM como un modelado 3D ignorando que esta metodología abarca información como la planificación del tiempo (4D), las estimaciones de costos (5D), sostenibilidad energética o Green BIM (6D) y seguimiento y mantenimiento (7D), causando que el mercado peruano limite indirectamente a los usuarios a aprovechar todos los beneficios que brinda el desarrollo completo de esta metodología, impactando más aún en el pequeño y mediano empresario.

3. También se ha observado que existen muchas limitaciones para que el micro y pequeño empresario del sector construcción pueda implementar esta metodología por falta de un soporte informativo que lo ayude en la implementación.

4. El plan BIM Perú es una realidad y se implementará progresivamente en todos los sectores productivos del Perú, generando una necesidad de cambio e innovación en el empresario peruano. Conociendo la realidad actual de las PYME del sector construcción del Perú y observando sus carencias y la forma en que se ha implementado esta metodología en otros países se ha llegado a la conclusión de que sin un soporte informativo no podrán cumplir con los requisitos mínimos requeridos para entrar al mercado competitivo del sector construcción.

5. En el trabajo realizado se logró el objetivo de la elaboración de una guía de implementación BIM evaluada bajo el criterio de profesionales especialistas en el tema de la implementación de esta metodología en empresas del sector construcción. De igual manera se presentó esta guía a pequeños empresarios que al momento de la primera encuesta se mostraron interesados en implementar esta metodología en sus empresas, para

que posteriormente mediante una segunda encuesta se llegara a demostrar que la guía es directa y sencilla para el lector.

6. Los resultados a la encuesta de validación fueron positivos y por ello se afirma que el manual elaborado cumple con su objetivo principal ya que los lectores están totalmente de acuerdo que el manual posee un lenguaje sencillo, que explica lo que en sí es la metodología BIM y los beneficios que genera su correcta implementación.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que la capacitación de los colaboradores de una empresa no se limite al modelado 3D de un proyecto, sino en la completa concepción de la metodología BIM (1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D, 7D).
2. Se recomienda implementar el hardware completamente en su organización para así cumplir con los entregables del proyecto en función a esta metodología.
3. Luego de haber implementado la metodología en una organización, se recomienda darle el seguimiento correspondiente para verificar el correcto cumplimiento de sus procesos y funciones de los colaboradores. También se debe de contar con un buen protocolo de comunicación y entorno común de datos para que de esta forma se eviten las complicaciones futuras en la elaboración de un proyecto, como las interferencias entre especialidades.
4. Se debe de conseguir en la empresa la idea de una mejora continua bajo esta metodología, ya que, al ser un recurso nuevo de control de proyectos, sigue evolucionando, por lo tanto, el personal debe de estar dispuesto a adquirir nueva información y mejorar sus conocimientos.

REFERENCIAS

- Acuña, F. (2016). *Aplicación de modelo BIM para proyectos de infraestructura vial* [Tesis de postgrado, Pontificia Universidad Católica de Ecuador].
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13466>
- Arquitectura Pura. (2020). *Las ventajas y desventajas de Revit* [Artículo]
<https://www.arquitecturapura.com/las-ventajas-y-desventajas-de-revit-bim/>
- Atencio, C. (2019). *Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo – Tarma* [Tesis de postgrado, Universidad Católica, Tarma].
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/736>
- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (Bim) Benefits, Risks And Challenges* [Artículo] [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- C&P BIM. (2020). *Ventajas y desventajas de trabajar con BIM*.
<http://cpbim.com/ventajas-y-desventajas-de-trabajar-con-bim/>
- Camacho, D. (2017). *Implementación del BIM en Bolivia* [Tesis de postgrado].
https://www.ehu.eus/documents/5414097/5599532/2017_TFM_DanielaCamachoMoreno?version=1.0
- Castillo, F., Castro, J., Avilés, N. & Ramos, E. (2020). *Metodología BIM en el desarrollo de proyectos de construcción moderna con miras al bicentenario. ingeniería: ciencia, tecnología e innovación* [Artículo].
<https://doi.org/10.26495/icti.v7i1.1356>
- Chacón, D.& Cuervo, G. (2017). *Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit* [Tesis de postgrado, Universidad de la República Bolivariana de Venezuela, Bárbula].
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/6952>
- Congreso Internacional BIM. (2015). *Uso de la metodología BRIM* [Informe]
<http://dx.doi.org/10.4995/EUBIM.2015.1538>
- Coronado, M., Flores, E. & Palacios, F. (2019). *Análisis De La Tecnología Building Information Modeling En La Gestión De Proyectos De Construcción, 2019* [Tesis de postgrado, Universidad Peruana del Norte, Trujillo].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22296>
- Decreto Supremo N. 237-2019-EF (2019). *Plan Nacional de Competitividad y Productividad*.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/PNCP_2019.pdf

- Decreto Supremo N. 289-2019-EF (2019). *Disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública*. <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/293869-289-2019-ef>
- Decreto Supremo N° 108-2021-EF (2021). *Actualización a las disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública*. <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/1926189-108-2021-ef>
- Delaqua, V. (2019). *ArchDaily*. [Informe]. <https://www.archdaily.pe/pe/921785/10-obras-que-utilizan-bim-como-parte-esencial-del-proceso-de-diseno>
- ESDIMA. (2018). *Ventajas y desventajas de trabajar con BIM* [Artículo]. <https://esdima.com/ventajas-y-desventajas-de-trabajar-con-bim/>
- Espinoza, J., García, K., Pumayali, A. & Montejo, R. (2020). *Factores para la implementación de la metodología BIM en el diseño de condominios en Piura - 2019* [Artículo]. <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1244>
- Ferrer, P., Fuentes, J., Galarza, J. & Gómez, C. (2014). *Ventajas e inconvenientes del BIM para la gestión de proyectos* [Tesis postgrado, Universidad Politécnica de Valencia]. https://www.aepro.com/es/repository/congresos/congresos_alcaniz2014/congresos_alcaniz2014_01/VENTAJAS-E-INCONVENIENTES-DEL-BIM-PARA-LA-GESTION-DE-PROYECTOS-DE-CONSTRUCCI%C3%93N/lang,es-es/
- García, L. (2020). *Tendiendo puentes entre la ingeniería y el derecho: El Building Information Modelling (BIM) y su impacto en la obra pública* [Artículo]. <https://doi.org/10.21678/forseti.v8i11>
- Gómez, J. (2019). *Administración de tecnologías bim para la optimización de procesos en empresas constructoras de la provincia de huancayo* [Tesis de bachiller, Universidad Continental, Huancayo]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5529/1/IV_FCE_308_TI_Gomez_Alarco_2019.pdf
- González, C. (2015). *Building Information Modeling: Metodología, Aplicaciones Y Ventajas. casos prácticos en gestión de Proyectos* [Tesis De Maestría, Universidad politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/56357>
- González, D. (2014). *Innovación y diversidad: Retos y oportunidades en Arquitectura, Diseño y Urbanismo* [Reseña]. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982014000100010

- Hennings, J. (2020). *Corrupción en las contrataciones del Estado: El nefasto Club de la Construcción en el Perú. Quipukamayoc* [Artículo].
<http://dx.doi.org/10.15381/quipu.v28i56.17594>
- Jobin, C., Stumpf, M., Edelweiss, R. & Kern, A. (2015). *Análisis de la implantación de tecnología bim en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de brasil en 2015* [Artículo]. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000300185>
- Joselyn, Y. (2018). *BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador* [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo, Lima].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26425>
- Leyton, S. (2020). *BIM – implementación de la metodología para la consultoría de empresas constructoras* [Tesis de postgrado, Universidad América – Bogotá].
<https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7936>
- Plan BIM Perú. https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=102596&lang=es-ES&view=article&id=5898
- Resolución Directoral N° 002-2021-EF/63.01 (2021). *Aprobación del Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú*.
<https://www.mef.gob.pe/es/por-instrumento/resolucion-directoral/25911-resolucion-directoral-n-0002-2021-ef-63-01/file>
- Resolución Directoral N° 005-2021-EF/63.01 (2021). *Aprobación de la “Nota Técnica de Introducción BIM: Adopción en la Inversión Pública” y la “Guía Nacional BIM: Gestión de la Información para inversiones desarrolladas con BIM”*.
<https://www.mef.gob.pe/es/por-instrumento/resolucion-directoral/26411-resolucion-directoral-n-0005-2021-ef-63-01/file>

ANEXO

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	METODOLOGÍA EXPLORATORIA
¿Cómo impactará en la micro y pequeña empresa la falta de un plan hacia la implementación BIM en el Perú?	Proponer una guía básica para la implementación de la metodología BIM en la gestión de obras en la micro y pequeña empresa del sector construcción bajo el "Plan de implementación BIM en el Perú".	La guía de implementación de la gestión de la construcción (BIM) para las micro y pequeñas empresas bajo el "Plan de implementación BIM en el Perú" ayudará a la aplicación práctica del BIM en estas empresas haciéndolas más competitivas en el mercado.	Guía de implementación de la gestión de la construcción (BIM)	Gestión de la construcción (BIM)	Recopilación de información a través de libros e investigaciones que tengan similitud al tema.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE		
¿Cuáles son las restricciones y brechas organizacionales que afronta la micro y pequeña empresa del sector construcción para el plan de implementación BIM en el Perú?	Analizar los antecedentes y la situación actual de la implementación BIM en el Perú proyectándola hacia el 2025.	Conociendo las brechas organizacionales y los problemas convencionales dentro de la construcción tradicional, se propondrá una guía con enfoque hacia la metodología BIM en la micro y pequeña empresa del sector construcción en Perú.	Información y gestión del conocimiento aplicada a la implementación BIM	Brechas organizacionales	Recopilación de antecedente mediante la información de fuentes confiables.
¿Está preparada la micro y pequeña empresa del sector construcción para afrontar el plan de implementación BIM en el Perú?	Brindar la información necesaria para capacitar a la micro y pequeña empresa del sector construcción ante el plan de implementación BIM en el Perú.	La información brindada capacitará a la micro y pequeña empresa del sector construcción ante el plan de implementación BIM en el Perú.		Capacitación de la gestión de la construcción	Recopilación de información obtenida de la empresa PROTOTYPE.