



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

METODOLOGÍA BIM Y LA OPTIMIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ: IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN-2020

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el grado académico de Maestro en Gerencia de la Construcción

Moderna

Autor

Acosta Bartolo, Roger Ángel

Asesora

Aliaga Pacora, Alicia Agromelis

ORCID: 0000-0002-4608-2975

Jurado

García Urrutia Olavarría, Roque Jesús Leonardo

Díaz García, Martín Fernando

Madrid Saldaña, Cesar Karlo











Lima - Perú

2024

Document Information

Analyzed document	1A_ACOSTA_BARTOLO_ROGER_ANGEL_MAESTRÍA_2022.docx (D154374880)
Submitted	2022-12-22 19:18:00 UTC+01:00
Submitted by	Johnny
Submitter email	jastete@unfv.edu.pe
Similarity	10%
Analysis address	jastete.unfv@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	EXAMENFINAL_TESIS2_DAVILAFASANANDOMERLYVIOLETA.docx Document EXAMENFINAL_TESIS2_DAVILAFASANANDOMERLYVIOLETA.docx (D110536816)		6
SA	EF_TESIS 2_NICOLAS FERNANDO SAAVEDRA CURACA.docx Document EF_TESIS 2_NICOLAS FERNANDO SAAVEDRA CURACA.docx (D141918446)		2
SA	TESIS JOSE MORALES-CESAR MAYAUTE-MARLONCUBAS_Asesoría 24-03-22(MODIFICADO).docx Document TESIS JOSE MORALES-CESAR MAYAUTE-MARLONCUBAS_Asesoría 24-03-22(MODIFICADO).docx (D133548305)		5
SA	TESIS_FINAL_ALCANTARA Y RODAS.pdf Document TESIS_FINAL_ALCANTARA Y RODAS.pdf (D135767019)		1
SA	PRESENTACION T1 BLANCO-FERNANDEZ.docx Document PRESENTACION T1 BLANCO-FERNANDEZ.docx (D102991801)		1
SA	T2_TESIS_SIVANA ATAUUCURI YHON MARCO MORAN AROSTE DAVID.docx Document T2_TESIS_SIVANA ATAUUCURI YHON MARCO MORAN AROSTE DAVID.docx (D110115204)		1
W	URL: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23896/1/TRABAJO%20DE%20GRADO-BIM%204D%20Y%205D-YEISON%20ANGEL-505745.pdf Fetched: 2020-07-08 12:50:53		5
W	URL: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16606/1/2018.05.22%20Proyecto%20de%20grado%20BIM%20-%20MIGUEL%20BLANCO%20DIAZGRANADOS.pdf Fetched: 2021-05-13 07:09:20		8
SA	T1_TESIS2_DAVILAFASANANDOMERLYVIOLETA (1).docx Document T1_TESIS2_DAVILAFASANANDOMERLYVIOLETA (1).docx (D104798309)		2
SA	T3-TALLER DE TESIS 2 - CHAMBI SAMILLAN JORGE ARMANDO.docx Document T3-TALLER DE TESIS 2 - CHAMBI SAMILLAN JORGE ARMANDO.docx (D150044689)		1

Entire Document

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO
 METODOLOGÍA BIM Y LA OPTIMIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ: IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN- 2020
 Línea de Investigación: Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio
 Tesis para optar el Grado Académico de: Maestro en Gerencia de la Construcción Moderna
 Autor Acosta Bartolo, Roger Ángel
 Asesora Aliaga Pacora, Alicia Agromelis ORCID:0000-0002-4608-2975
 Jurado



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

METODOLOGÍA BIM Y LA OPTIMIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR EN
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN EN LA PROVINCIA DE
HUAROCHIRÍ: IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN-2020

Línea de Investigación:

Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio

Tesis para optar el grado académico de
Maestro en Gerencia de la Construcción Moderna

Autor

Acosta Bartolo, Roger Ángel

Asesora

Aliaga Pacora, Alicia Agromelis

ORCID-0000-0002-4608-2975

Jurado

García Urrutia Olavarría, Roque Jesús Leonardo

Díaz García, Martín Fernando

Madrid Saldaña, Cesar Karlo

Lima- Perú

2024

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres: Roger y Jacqueline, por los principios y valores que me han dado, mis hermanos, José y Paolo por hacerme sonreír y enseñarme el verdadero significado de la persistencia, fuerza y dedicación en la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Universitaria de Posgrado de la
Universidad Nacional Federico Villarreal por
permitirme lograr mi meta.

INDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Planteamiento del problema	2
1.2.Descripción del problema.....	4
1.3.Formulación del problema.....	5
1.3.1. Problema general	5
1.3.2. Problemas específicos.....	5
1.4.Antecedentes	6
1.4.1. Antecedentes nacionales	6
1.4.2. Antecedentes internacionales.....	9
1.5.Justificación de la investigación.....	13
1.5.1. Justificación práctica.....	13
1.5.2. Justificación teórica	14
1.5.3. Justificación metodológica.....	14
1.6.Limitaciones de la investigación	14
1.6.1. Limitación teórica.....	14
1.6.2. Limitación institucional.....	15
1.6.3. Limitación económica	15

1.7.Objetivos	15
1.7.1. Objetivo general.....	15
1.7.2. Objetivos específicos	15
1.8.Hipótesis.....	16
1.8.1. Hipótesis general.....	16
1.8.2. Hipótesis específicas	16
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Marco conceptual.....	17
2.2. Bases teóricas.....	20
2.2.1.Metodología BIM	20
2.2.2.La optimización en la construcción modular.....	25
III. MÉTODO.....	31
3.1. Tipo de investigación.....	31
3.1. Población y muestra.....	31
3.3. Operacionalización de variables	32
3.4. Instrumentos.....	33
3.5. Procedimientos.....	34
3.6. Análisis de datos	34

IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
VIII. REFERENCIAS.....	62
IX. ANEXOS.....	65
Anexo A. Matriz de Consistencia	65
Anexo B: Instrumento de recolección de datos.....	66
Anexo C: Ficha de Validación de instrumentos por juicio de expertos	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	32
Tabla 2 Ficha técnica de la encuesta para medir la Metodología BIM.....	33
Tabla 3 Ficha técnica de la encuesta para medir la optimización de la construcción modular.....	33
Tabla 4. Aplicación de la metodología BIM.....	35
Tabla 5. Implementación.....	36
Tabla 6. Fases.....	37
Tabla 7. Procesos.....	38
Tabla 8. Optimización en la construcción modular.....	39
Tabla 9. Construcción modular.....	40
Tabla 10. Características de optimización de la construcción modular.....	41
...	
Tabla 11. Procesos de la construcción modular.....	42
Tabla 12. Prueba de Kolmogorov- Smirnov para la variable: Aplicación de la metodología BIM.....	43
Tabla 13. Prueba de Kolmogorov- Smirnov para la variable: Optimización de la construcción modular.....	44
Tabla 14. Hipótesis general.....	45
Tabla 15. Hipótesis específica 1.....	46
Tabla 16. Hipótesis específica 2.....	47
Tabla 17. Hipótesis específica 3.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de un proyecto de inversión pública.....	22
Figura 2. Diseño de procesos.....	24
Figura 3 Aplicación de la metodología BIM.....	35
Figura 4 Implementación.....	36
Figura 5 Fases.....	37
Figura 6 Procesos.....	38
Figura 7 Optimización en la construcción modular.....	39
Figura 8 Construcción modular.....	40
Figura 9 Características de optimización de la construcción modular.....	41
Figura 10 Procesos de la construcción modular.....	42

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general diseñar un módulo del establecimiento de salud del primer nivel de atención de acuerdo a la metodología BIM en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020. BIM es una metodología de trabajo colaborativa cuyo objetivo fundamental es la creación y gestión de un proyecto de construcción y centralizar la información, que por ende necesita ser optimizado con la finalidad de tener en el mercado mayores opciones en construcciones, sobre todo en tiempos de pandemia y que son útiles para los hospitales. La investigación se llevó a cabo con los arquitectos diseñadores de módulos pre fabricados e ingenieros civiles que laboran en la Red de Salud de Huarochirí. Se aplicó la investigación sustantiva, con diseño correlacional. Los resultados mostraron una correlación positiva considerable, $r = 0,826$. Así mismo ponemos en consideración un proyecto de implementación de mejora de procesos de construcción: proyecto de construcción modular pre fabricada para zona de lluvias y heladas en Huarochirí, que es el aporte de la presente investigación.

Palabras clave: Metodología BIM, construcción modular, establecimientos de salud.

ABSTRACT

The general objective of this research was to design a module for the first-level health facility according to the BIM methodology in the Province of Huarochirí, Lima-2020. BIM is a collaborative working methodology whose fundamental objective is the creation and management of a construction project and centralize information, which therefore needs to be optimized in order to have greater options in the market, especially in times of pandemic and which are useful for hospitals. The research was carried out with the architects of pre-manufactured modules and civil engineers working in the Huarochirí Health Network. The substantive research was applied, with correlative design. The results showed a significant positive correlation, $r = 0.826$. We also consider an implementation project to improve construction processes: a modular construction project that is pre-manufactured for the rainy and frost zone in Huarochiri, which is the contribution of the present research.

Keywords: BIM methodology, modular construction, health facilities.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación: Metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochirí: implementación de mejora de procesos de construcción- 2020. En el contexto actual de la construcción, la eficiencia y la optimización de recursos son esenciales, especialmente en proyectos de infraestructuras críticas como los establecimientos de salud. La metodología Building Information Modeling (BIM) se ha consolidado como una herramienta innovadora que permite mejorar la planificación, diseño, y ejecución de proyectos constructivos mediante la creación de modelos digitales detallados. En la provincia de Huarochirí, la implementación de procesos de construcción modular para establecimientos de salud de primer nivel de atención ha presentado una oportunidad única para explorar las ventajas que ofrece la metodología BIM. Este estudio se enfoca en la implementación de mejoras en los procesos de construcción durante el año 2020, evaluando cómo BIM puede optimizar cada etapa del ciclo de vida del proyecto, desde la planificación hasta la entrega final. Al integrar estas tecnologías en la construcción modular, se busca no solo mejorar la eficiencia y la calidad de las edificaciones, sino también garantizar que estas estructuras cumplan con los estándares requeridos para ofrecer un servicio de salud adecuado a las comunidades locales.

Como es de conocimiento, la metodología BIM ayuda a la optimización de la construcción modular para llegar a los estándares de calidad y la tecnología en procesos desde el proyecto hasta la producción del módulo, lo que realmente nos motiva a llevar a cabo la presente investigación.

El estudio fue dividido de la siguiente manera: Se inicia con el planteamiento del problema: conformado por la descripción del problema, formulación del problema, Antecedentes nacionales y antecedentes internacionales, justificación y limitación de la

investigación, objetivos e hipótesis del problema. El marco teórico: conformado por el marco conceptual, Bases teóricas y definición de términos. La metodología: conformado por, tipo de estudio, diseño de investigación, Operacionalización de las variables, instrumentos y procesamientos y análisis de datos para el logro de resultados. En para parte semifinal se trabajaron resultados, discusión. Finalmente, conclusiones y recomendaciones, Referencias y Anexos.

1.1. Planteamiento del problema

La construcción tradicional en el sector salud, tiene un proceso para los elementos constructivos y estructurales que pasan por una transformación para conformar un componente constructivo y estos elementos de materia prima tienden a estar en la obra, ocupando espacio y utilizando mano de obra para acarreo. En ese sentido, los tiempos del proceso constructivo son muy largos y requieren mano de obra especializada. Por consiguiente, la mano de obra se incrementa en horas-hombre utilizadas en cada procedimiento constructivo. Del mismo modo, este tipo de construcción tiene una producción lineal en cada actividad y esto produce que una actividad culmine antes de comenzar otra, generando que, si existe algún error en un procedimiento, repercute en cadena a todas las actividades siguientes.

También, las excavaciones y la eliminación de material excedente, en algunos casos son hasta el 40 % del material utilizado. Asimismo, la emisión de CO₂ y energía utilizada para las construcciones de centros de salud son altamente contraproducentes para el medio ambiente. Y, las condiciones climáticas pueden afectar la calidad del proceso constructivo y en ocasiones paralizar los procesos y la mano de obra.

De modo tal, que las fechas de entrega se extiendan y sean improductivas para los fines del proyecto, sobre todo por ser del sector salud y la necesidad de centro poblado por la alta atención de enfermos en el sector.

Sin embargo, la metodología BIM es una herramienta de gestión que permite una construcción más eficiente en sus procesos y tiempos de entrega. En ese sentido, la construcción modular utiliza la construcción prefabricada, la cual se construyen y se realizan todos los procedimientos en fábrica y los transportan a la obra cuando están acabados.

Este tipo de construcción ahorra tiempo de entrega y reduce los costos de obra y de eliminación de desmonte. Aunque, este sistema constructivo ha tenido problemas respecto tiempo de vida los materiales y los ISOS de calidad que se exigen las entidades.

Por tanto, la metodología BIM ayuda a la optimización de la construcción modular para llegar a los estándares de calidad y la tecnología en procesos desde el proyecto hasta la producción del módulo.

Nivel global. Los proyectos tienden a incrementar su presupuesto en un 80% y con una ampliación del cronograma de obra en un 20%. Asimismo, la alta demanda de concreto para la construcción de hospitales o centros de salud en el mundo y sus tediosos procesos constructivos hace que los hospitales lleguen a terminarse en un promedio de 2 a 3 y en el caso de centros de salud lleguen a terminarse entre 12 y 15 meses después de la firma del contrato con el contratista.

Nivel nacional. En nuestro país la implementación BIM en el Perú se gestó en el 2005 y solo las grandes empresas constructoras la utilizaban para incrementar la productividad de los proyectos. Además, la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) creó el Comité BIM del Perú en el 2012.

También, a las universidades comenzaron a implementar en la malla curricular el sistema y metodología BIM en los cursos de Ingeniería Civil y Arquitectura. Y, con el objetivo de reglamentar el BIM en el Perú, en el año 2017 el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) se dictaminó un Comité Técnico de Normalización de Edificaciones y Obras de Ingeniería Civil y un Sub Comité. Por lo tanto, fueron publicadas en el peruano con Resolución directoral

Nº 048-2018-INACAL/DN, el 28 de diciembre del 2018.

1.2. Descripción del problema

En la provincia de Huarochirí, los establecimientos de salud de primer nivel de atención enfrentan desafíos significativos en cuanto a la eficiencia y calidad en sus procesos de construcción. La construcción tradicional en estas áreas a menudo está marcada por retrasos, sobrecostos, y dificultades para cumplir con los estándares de calidad necesarios para asegurar un entorno seguro y funcional para la atención médica. Además, la falta de coordinación entre los diferentes actores involucrados en los proyectos constructivos puede resultar en errores costosos y la necesidad de modificaciones posteriores.

La necesidad de optimizar estos procesos es crucial para asegurar que las infraestructuras de salud se completen en tiempo y forma, cumpliendo con los requisitos técnicos y normativos. Sin embargo, la implementación de soluciones efectivas se ha visto limitada por la falta de adopción de metodologías avanzadas de gestión y diseño en la construcción, como lo es BIM (Building Information Modeling).

El problema se agrava en el contexto de la construcción modular, que aunque ofrece ventajas en términos de rapidez y eficiencia, también presenta retos específicos en su integración y ejecución. Por lo tanto, existe la necesidad de investigar cómo la metodología BIM puede ser utilizada para optimizar estos procesos de construcción modular en los establecimientos de salud de primer nivel de atención en Huarochirí, con el objetivo de mejorar la calidad, reducir los tiempos de construcción, y minimizar los costos asociados, todo ello durante la implementación de mejoras en el año 2020.

En América latina, suelen tener problemas mediáticos por los atrasos y las publicaciones donde se muestran obras deficientes en tiempo y costo. También, la ausencia de los actores en las etapas adecuadas el proyecto, la falta de tecnología y la informalidad

produce que el sector construcción tenga una baja productividad respecto a las otras industrias ya que solo creció 1% en 20 años.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será la implementación de mejora de los procesos de construcción, como resultado de la relación entre la aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020?

1.3.2 Problemas específicos

- a. ¿Qué relación existe entre etapa de implementación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020?
- b. ¿Qué relación existe entre la etapa de fases de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020?
- c. ¿Qué relación existe entre la etapa de procesos de construcción de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020?

1.4. Antecedentes

1.4.1. *Antecedentes nacionales*

Ascue (2017) en su tesis tuvo como objetivo determinar la relación que existe entre la aplicación del Software BIM (Building Information Modeling) y los planos de proyectos de la Empresa Havym Arquitek También, determinar la relación que existe entre la aplicación del Software BIM (Building Information Modeling) y los presupuestos de proyectos en la mejora de la Empresa. Metodología: el tipo de investigación es hipotético - deductivo, el diseño investigación es no experimental, transversal de nivel correlacional. Población: La población de esta investigación son las doce (12) personas que laboran en la Empresa HavymArquitek - San Juan de Lurigancho, entre ellos; Gerente, Administradores, Ingenieros, proyectistas.

La muestra fueron 12 profesionales de los diferentes campos que comprende el proyecto de obra. El instrumento será a través del juicio de expertos y la confiabilidad a través del Alfa de Cronbach. Estadísticos descriptivos: Los datos será procesados a través de tablas de frecuencia con medidas de tendencia central tales como moda, media y mediana con gráficos de barras para análisis bivariado. Conclusiones: En la descripción de la frecuencia de las Variables, la Aplicación del software BIM (Building Information Modeling) y Producción de proyectos con sus Dimensiones, comprueba que es bueno y Entre la Aplicación del software BIM y Producción de proyectos, existe una relación directa y significativa al obtener un valor de 0.607; es decir mayor la Aplicación del BIM, mejor Producción de proyectos. Al obtener un valor de significancia de $p=0.036$ y es menor de 0.05; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, comprobando que si existe una relación directa y significativa entre la Aplicación del software BIM y la Producción de Proyectos en la Empresa Havym Arquitek – San Juan de Lurigancho – 2017.

Tapia (2018) en su investigación tuvo como finalidad medir el nivel de adopción de BIM en Lima Metropolitana y Callao al cierre del año 2017 en edificaciones urbanas, esto aplicando principios de muestreo por conglomerados en dos etapas combinado con estratificación. También, Medir el uso de aplicaciones de BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao. Metodología: el tipo de investigación estadística, el diseño investigación es Aplicada. Población: analizar los proyectos de edificación urbana que se construyeron en el 2017 en Lima Metropolitana y Callao. De esta manera, el nivel de adopción BIM estimado corresponderá al porcentaje de proyectos de edificación que han aplicado BIM en su etapa de diseño y/o construcción en el 2017; es decir, el nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao al año 2017. La muestra utilizada en la presente investigación es del tipo de áreas, las cuales son superficies geográficas bien delimitadas. Estas unidades de áreas son los conglomerados y en este caso son distrito –grupo en Lima Metropolitana y Callao. El instrumento que se llegó a la muestra de diseño seleccionada fue a través de tres medios: virtual email, CIP y presencial. Conclusiones: La muestra diseñada ha permitido llegar a obras urbanas de todo tipo: edificios de vivienda multifamiliar, vivienda masiva, oficinas, centros comerciales, hoteles, centros educativos, centros de salud y otras, tales como estaciones de transporte masivo, mejoramiento de mercados locales, centros de ceremonia, restaurantes e iglesias. Por lo tanto, los resultados del uso de BIM en la presente investigación consideran todo el universo de edificaciones urbanas.

Hernández (2018) en su tesis indica que el propósito de la investigación ha sido determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016, y uso de la metodología “Building Information Modeling”. También, Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República,

Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño. El tipo de investigación se utilizó el método específico el hipotético-deductivo y el diseño de investigación es no experimental, descriptivo, y de corte transversal. Población: la población se aprecia que se encuestó a 80 colaboradores, de ambos sexos que representan el 100 %. La muestra seleccionada está conformada por 55 colaboradores de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República. El instrumento que se aplicó para esta investigación será el Cuestionario. Los resultados de la investigación dan cuenta que casi la totalidad (95%) de encuestados tiene un buen nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura y uso de la metodología “Building Information Modeling”, mientras que solo el 5% muestra un uso regular.

Espinoza (2018) en su tesis menciona que tuvo como objetivos determinar en qué nivel la implementación de la tecnología BIM optimiza la habilitación e instalación de acero para construcciones de concreto en Lima – 2018. Y, Determinar en qué nivel la implementación de la tecnología BIM reduce la cantidad de mermas en la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto. El tipo de investigación es aplicada. Y el diseño de investigación es no experimental. La población está representada por el conjunto de datos que tienen 22 obras en construcción ubicadas en la ciudad de Lima, estas obras en la actualidad están aplicando la metodología BIM es por ello que se considera dentro de la población de esta investigación. La muestra El Tamaño de la muestra está representado por 4 obras en construcción ubicadas en la ciudad de Lima. Cuyas obras se ha modelado el edificio antes de la habilitación e instalación de acero corrugado. En el instrumento se utilizó la ficha de recolección de datos. Los resultados obtenidos en la presente investigación se ha determinado que existe una relación directa entre las variables implementación de la tecnología BIM y la habilitación e instalación de acero en

las construcciones de concreto; la eficiente aplicación de la tecnología BIM aumenta el nivel de productividad en las distintas actividades que influyen en la habilitación e instalación de acero.

Miñin (2018) en su tesis menciona que el propósito de la investigación fue implementar la tecnología BIM en la mejora de la eficiencia del diseño en proyectos de edificaciones para el proyecto Edificación Multifamiliar “Fanning” en el distrito de Miraflores. Del mismo modo, determinar de qué manera la aplicación de la Metodología BIM acorta el tiempo de corrección del diseño por incompatibilidades en el Proyecto. El tipo de investigación es aplicada. Y el diseño de investigación es no experimental. Para el presente estudio se ha tomado como población el edificio multifamiliar. El instrumento a hacer uso es un programa informático llamado Autodesk Revit 2018. “Fanning”. La muestra considerada para la presente tesis será la misma información que se recolectara de la edificación multifamiliar que se toma como población para el desarrollo del presente documento dado que las consideraciones que se adecuaran con el proyecto saldrán de las diferentes especialidades que se laboran en toda la construcción con la metodología BIM.

1.4.2. Antecedentes internacionales

Chacón y Cuervo (2017) en su investigación titulada tuvo como objetivo Implementar la metodología BIM para elaboración de proyectos mediante el software Revit. Y, Identificar los medios disponibles para el aprendizaje del software Revit y evaluar la practicidad y tiempo de aprendizaje mediante el empleo de un modelo. Metodología: El tipo de investigación es tipo descriptiva ya que se enfocó en la definición de las características que identifican y delimitan los diferentes elementos y componentes de la metodología BIM y su interrelación. También, el diseño de investigación tipo análisis documental. Población: La población directa

es el material audiovisual, impreso y electrónico para el entendimiento del funcionamiento del software “Fanning”. La muestra se utilizó de la consulta y evaluación de fuentes bibliográficas. En el instrumento se utilizó el software Autodesk Revit 2018 Conclusiones: el resultado se obtuvo la utilización de los softwares que aplican esta metodología, los niveles y las aplicaciones más importantes de esta nueva tecnología. Apoyados en el programa Revit, se desarrolló el modelo de un proyecto civil para evaluar la practicidad y las ventajas del BIM sobre la metodología tradicional CAD. Finalmente, se elaboró una guía multimedia, donde se describen los conocimientos básicos que debe tener un usuario del software antes mencionado para modelar un proyecto.

Ángel (2019) en su tesis tuvo como objetivo identificar y reconocer las ventajas de la metodología BIM específicamente 4D y 5D en la etapa de planificación de un proyecto de edificación, mediante la realización y uso de modelos informáticos. También Realizar el modelo soportado en el software Revit para la implementación BIM, en el proyecto edificio Tequendama II Permoda el cual tiene como ubicación la ciudad de Bogotá D.C. Metodología: El tipo de investigación es analítica y de identificación. También, el diseño de investigación tipo documental. La población: Asimismo, la población El edificio Tequendama II será un espacio diseñado primordialmente para uso industrial y de oficinas en los niveles superiores, cumpliendo con la necesidad evidenciada de la empresa Permoda por expandir sus instalaciones donde tiene personal de diferentes áreas de operación de la industria textil. La muestra Recopilación de información de proyectos anteriores en los cuales se halla hecho uso de este tipo de metodologías para realizar correctamente la configuración paramétrica del modelo de la edificación en estudio. Se utilizó el instrumento a hacer uso del software Revit, Naviswork Manage, Project y Revit Structure. Conclusiones: La dimensión 4D y 5D de BIM es el proceso en el que se utiliza un modelo 3D en este caso exportado desde Revit añadiendo

la dimensión temporal y la dimensión de costos, en la cual podremos mostrar la secuencia constructiva y analizar requisitos especiales en obra, derivados de los trabajos a realizar. Actualmente existen diferentes programas en los que se puede realizar la vinculación y posteriormente la simulación como Synchro, Solibri, Vico Office, Tekla BIMSight, ConstructSim35, sin embargo, el software más usado para dicha simulación no solo en Colombia sino en otros países es Navisworks Manage y es el software que se utilizó en la elaboración de este proyecto. El primer paso para lograr la simulación es vincular el archivo de MS Project al modelo exportado en Navisworks Manage, mediante la herramienta (Time Liner) en la cual se encuentra la opción (Data Sources), seguidamente se elige la opción de añadir (Add+), y se vincula el archivo de Project que contiene toda la información.

Sánchez (2016) en su tesis tuvo como objetivo general demostrar que la construcción ligera, puede ser energéticamente eficiente, apoyada en sistemas de generación de energía renovable de cara a criterios. Y proponen un estudio de fuentes documentales sobre CML y eficiencia energética Metodología: El tipo de investigación es Experimental. También, el diseño de investigación tipo documental. La población: la población sobre edificaciones de nivel social, cultural y económico medio. La muestra son los datos de temperatura (Interiores y exteriores), humedades y consumos tanto del taller como de las células de ensayo. Instrumento: se utilizó los documentos estándares de control climático. Conclusiones: se ha demostrado experimentalmente y con las herramientas informáticas de simulación, que la CML puede ser energéticamente eficiente, llegando a cumplir con los estándares de un edificio de consumo de energía.

Rincón y Niño (2019) en la investigación indican que los objetivos de la investigación fueron modelar los datos e información de un proyecto de infraestructura con técnicas de cuatro

dimensiones a fin de establecer sus ventajas y desventajas. Y, Comparar la documentación producida por la aplicación BIM y la contenida en el proyecto seleccionado. El tipo de investigación es aplicada. También, el diseño de investigación tipo análisis documental. Asimismo, la población de un multifamiliar del sector. La muestra: el proyecto de infraestructura se encuentra ubicado en la zona sur del municipio de Tunja, es unavivienda multifamiliar que fue diseñada por la constructora Essco Proyectos y Construcciones S.A.S. En el instrumento se utilizó el software Archicad. 2018. A modo de conclusión: El proyecto seleccionado permitió realizar el análisis comparativo entre el modelo BIM y los planos arquitectónicos, lo que mejora la efectividad en los proyectos y reduce tiempos de ejecución lo que conlleva a una disminución de los costos. El Software que se utilizó para llevar a cabo la modelación 3D, fue Archicad, de la compañía Graphisoft, la cual cuenta con licencia educativa gratuita; para la simulación del proceso constructivo, en efecto la modelación 4D, fue necesario el software Navisworks, el cual también cuenta con una licencia educativa gratuita.

Blanco (2018) en su investigación menciona lo siguiente: La presente investigación se plantea como objetivo definir las metas de un proyecto en el sector industrial, así como contribuir a la reducción de recursos a lo largo de las etapas de definición del diseño e ingeniería tomando como referencia una de las estructuras, del proyecto Geismar, que se desarrolla en el estado de Luisiana en Estados Unidos, contribuyendo a la reducción de costos y tiempos. El tipo de investigación es demostrativa. También, el diseño de investigación tipo documental. La población es de Tipiel S.A. que es una compañía colombiana de ingeniería y construcción, constituida en 1975 con capital nacional y extranjero, cuyos principales accionistas son: El grupo Technip, Grupo de Inversiones Suramericana e Inversiones Ascona S.A. La muestra son los modelos virtuales, los cuales usan objetos paramétricos que muestran un comportamiento que refleja las necesidades del diseño, análisis y pruebas del mismo. En el

instrumento se utilizó el software Autocad 2018. Resultados: Después de realizar el proceso de modelado para una estructura del proyecto descrito en el capítulo anterior con la metodología BIM desde el programa Tekla Structures, y también utilizando la metodología CAD (modelado y planos) de la misma estructura creada en el programa AutoCAD, se presenta a continuación los resultados del objetivo principal de este trabajo de grado que consiste en hacer una comparación entre la implementación de una metodología BIM y una tradicional CAD, aplicada a una sola estructura en este caso una estructura de proceso. Dicha comparación se realizó desde la perspectiva del departamento de obras civiles de la empresa Tipiel S.A. y por tal motivo se muestra un estimado de costos donde intervienen profesionales del departamento de obras civiles con salarios reales comparando las dos metodologías. Y, En cuanto a la metodología BIM podemos decir que ésta es más eficiente que la metodología tradicional CAD según los resultados obtenidos.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación práctica

El desarrollo de la investigación generó un aporte tecnológico, ya que planteó el uso y la difusión de nuevas herramientas metodológicas para el trabajo (BIM), las mismas que son de gran importancia en otros países, a tal punto que su uso es de carácter obligatorio para la certificación de ISOS en empresa y generación de proyectos de infraestructura en salud. Además, se propuso una metodología que detalla los procedimientos a seguir para una correcta ejecución en los proyectos de construcción modular en el Perú y el mundo. Asimismo, promueve la integración y compatibilización de todas las especialidades dentro del proyecto, generando el incremento en la velocidad de producción ante un desastre natural o biológico.

1.5.2. Justificación teórica

La presente investigación estuvo constituida por dos variables de estudio, que son La metodología BIM. Es la implantación de sus 3 fases, Plan, Diseño, Construcción y Operación, en todos los procesos del proyecto de construcción, con el objetivo de estandarizar y generar plantillas desde la estructura funcional de la empresa hasta la ejecución del proyecto y su post venta. (Barco Moreno, 2018, p. 10) y la otra variable hace mención a la Optimización de la construcción modular la construcción modular ha incursionado en la industria de la construcción en los últimos 15 años. Y, era considerado para la construcción de edificios temporales, sin embargo, la tecnología de este proceso constructivo ha entrado al rubro de la construcción de oficinas, hospitales, supermercados, escuelas y edificios residenciales. (Bernard, 1983, p. 435)

1.5.3. Justificación metodológica

La investigación se justificó metodológicamente en un tipo de investigación sustantiva, y se aplicó ambos niveles, tanto descriptivo y explicativo, asimismo como aporte quedó los instrumentos de recolección de datos que se emplearon en la investigación.

1.6. Limitaciones de la investigación

1.6.1. Limitación teórica

La falta de construcción modular de centros y puestos de salud en la región de Huarochirí. Y la ausencia del uso de la tecnología BIM, para proyectos de centros de salud de primer nivel tanto en el sector privado como el público. También, la carencia de trabajos de investigación y tesis enfocados a la implementación BIM para fines de infraestructura modular en salud, fue una limitación para el desarrollo de los antecedentes. Por lo tanto, requirió mayor empeño en encontrar los resultados para una solución adecuada a la realidad del Perú.

1.6.2. Limitación institucional

El desinterés por la entidad de salud encargada (Red de Salud de Huarochirí) por levantar información del estado situacional de los establecimientos de salud en el sector. La ausencia de catastro de todas las infraestructuras públicas de salud para el abastecimiento médico en equipos y medicamentos para la población de los centros poblados vulnerables.

Asimismo, Red de Salud de Huarochirí y la DIRESA (Dirección Regional de Salud) que no cuentan con un registro de patrimonio y estadístico adecuado para la investigación.

Por lo tanto, se tuvo que recurrir a la información limitada estadística e informes sobre el fenómeno del niño del 2017 de desastres realizado por la Oficina de Inteligencia Sanitaria de la Red de Salud de Huarochirí. En ese sentido, no es suficiente, pero fue la génesis para el inicio de la investigación.

1.6.3. Limitación económica

La falta de presupuesto de las entidades Regionales para promover trabajos de investigación, generando autofinanciar la investigación y este costo fue una limitación.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Diseñar un módulo del establecimiento de salud del primer nivel de atención de acuerdo a la metodología BIM en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

1.7.2. Objetivos específicos

- a. Identificar la relación que existe entre la etapa de implementación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.
- b. Describir la relación que existe entre la etapa de fases de la metodología BIM y la

optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

- c. Caracterizar la relación que existe entre la etapa de procesos de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

Existe relación significativa entre la aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia, lo que genera la sugerencia de implementación de mejora de los procesos de construcción.

1.8.2. Hipótesis específicas

- a. Existe relación significativa entre la etapa de implementación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.
- b. Existe relación significativa entre la etapa de fases de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.
- c. Existe relación significativa entre la etapa de procesos de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

a) BIM Execution Plan (BEP)

Ver plan de ejecución BIM (Nogués et al., 2017, p.3)

b) Bourgogne Franche-Comté (BFC)

Estándar abierto con esquema XML que permite comunicaciones del flujo de trabajo entre las herramientas de software BIM. Codifica mensajes que informa de las incidencias que encuentra una herramienta BIM a otra. Es una comunicación separada del modelo. (Nogués et al., 2017, p.3)

c) Building Information Modeling (BIM)

Modelado de información de la construcción. (Barco, 2018, p.424)

d) Building Information Modelling Ejecutivo (BIM CHIEF)

Debe ser un CEO de la empresa. Requerido un alto nivel de conocimiento de gestión.

Sería el director del departamento BIM si existiera. (Barco, 2018, p.81)

e) Building Information Modelling Entrenador (BIM Coach)

Es la persona encargada de formar a cualquier miembro del equipo y a cualquier nivel, por lo que debe ser experto en todas las áreas BIM, así como tener conocimientos de gestión. (Barco, 2018, p.36)

f) Building Information Modelling Gerente (BIM Manager)

Persona de la organización del proyecto encargada de que el modelo combinado de todas las disciplinas sea coherente y se ajuste a las reglas o normas aplicables. (Nogués et al., 2017, p.3)

g) Building Smart Alliance (BSA)

Asociación internacional sin ánimo de lucro que pretende mejorar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM y de modelos de negocio orientados a la colaboración para alcanzar nuevos niveles en reducción de costes y plazos de ejecución. (Nogués et al., 2017, p.4)

h) Diseño Asistido por Ordenador (CAD)

Diseño asistido por ordenador. Herramienta informática que facilita la elaboración de diseños y planos por ordenador, sustituyendo a las herramientas clásicas de dibujo como el tablero, la escuadra o el compás. Las entidades que manejan estas aplicaciones son de tipo geométrico, con pocas o ninguna posibilidad de añadir más información. (Nogués et al., 2017, p.3)

i) Clasificación

Disposición sistemática de categorías y subcategorías de aspectos de la construcción incluyendo la naturaleza del inmueble, elementos de construcción, sistemas y productos. (Nogués et al., 2017, p.4)

j) Especificación

Identificación de los requisitos de los objetos incluyendo la posterior selección de productos durante la instalación y sustitución. (Nogués et al., 2017, p.5)

k) Facility Managment (FM)

Es la gestión integral de las infraestructuras y los servicios en la empresa, con el objeto de optimizar los espacios y los recursos para el mejor desarrollo de la actividad profesional. (Nogués et al., 2017, p.6)

l) Industry Foundation Classes (IFC)

IFC es una especificación abierta/neutra (schema) y un "formato de archivo BIM 'no propietario desarrollado por buildingSMART que facilita el intercambio de información

entreherramientas software. (Nogués et al., 2017, p.6)

m) Interoperabilidad

La interoperabilidad definida esta como cualquier formato para transferir datos, documentado públicamente, orientado a un fin compartido, desarrollado para el uso de distintos programas dependientes y utilizado en la práctica por los profesionales del sector (Hernando y Merino, 2017, p.36).

n) Red de Área Local (LAN)

Es una red en la que todos los equipos se encuentran en una misma localización. Si lo miramos desde el punto de vista de los modelos BIM, estos se ubican en un servidor local y los usuarios se conectan al modelo centralizado desde una red interna. Si el proyecto es muy grande podría necesitarse una LAN específica para este proyecto. (Barco, 2018, p.36)

o) Modelo

Representación 3D en formato digital de una construcción que almacena tantos datos físicos de un elemento como datos no geométricos como resistencia, material, coste, etc y la relación entre los diferentes elementos que componen dicha construcción. (Nogués et al., 2017, p.7)

p) Operadores

Se dedican a montar el proyecto y trabajar con vistas, planos, etiquetas, textos, tablas, etc. Sería el rol más parecido al delineante tradicional. En un proyecto debe existir una figura que simule estas tareas de forma dedicada, y que cuando no tenga trabajo actúe como modelador. (Barco, 2018, p.36)

q) Simulador BIM

Experto en integración de modelos con programas de simulación, que derivara en especialidades deterioro, envejecimiento, utilizando información del territorio. (Barco, 2018, p.82)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Metodología BIM

2.2.1.1. Implementación BIM. La Génesis de la implementación de la metodología BIM para Barco (2018), la implementación de la metodología en la empresa como en un proyecto debe ser endógena y exógena a nivel de gestión de la calidad y control. También, generar formatos autónomos de la empresa o proyecto. Y, deben contar con recursos y una logística adecuada. Por consiguiente, los elementos que integran una implementación son los procesos, recursos estructura organizacional y documentos. Cabe resaltar, que el objetivo es la certificación y las empresas que tengan un sistema de gestión de la calidad de cara al cliente tienen más condiciones de adquirirlas.

De modo que Barco (2018) acota sobre una parte fundamental de las implantaciones de la metodología BIM es el correcto diseño de los procesos y el control de los mismos. Su desarrollo es crucial y el personal que los lleva a cabo también. Es importante implicar al personal interno, así como a expertos en la metodología y, por supuesto, a la dirección de la empresa. Pero es igualmente importante disponer de un sistema de calidad o control como soporte del desarrollo de la implantación, porque estos facilitan el marco, los formatos y los criterios. Los sistemas de calidad pueden ser desarrollos propios de las empresas o sistemas certificados. Además, es necesario contar con las logísticas y recursos utilizados.

Por lo tanto, los procesos de la implementación BIM van de la mano con de una estructura de procesos tanto a nivel organizacional para estandarización de formatos como para la etapa de producción del proyecto, con el objetivo de una certificación. Aun cuando, sea una empresa pequeña o grande, por esta razón, se fraccionan en fases.

2.2.1.2. Fases. Al respecto Barco (2018) explica que Las fases de la implementación está fragmentada en cuatro para la planificación en donde describe las tareas a desarrollar. En

ese sentido, se considera la imagen de un consultor para la evaluación del estado de la empresa o proyecto y diagnosticar la gestión y procesos a utilizar.

De modo tal, que es indispensable realizar el análisis de los objetivos, requisitos y alcances. Y, para realizar la adecuada planificación se establecen fases y tareas que generan procesos en las actividades de trabajo.

En ese sentido, Barco (2018) los clasifica en las siguientes fases:

- a. **Fase de inicio.** El inicio de la fase es el diagnóstico del proyecto o empresa donde se va implementar la filosofía BIM y considera una evaluación posterior donde se definen los alcances y análisis de la calidad actual del proyecto donde se recopila la información de los recursos humanos y materiales.

Por este motivo, es importante recopilar la data de la empresa de todas las áreas para tener un análisis y un pronto de partida para implementar el sistema BIM.

Por lo tanto, este tipo de información ayuda a definir los objetivos principales de la empresa y poder cuantificarlos, medirlos y colocar un calendario a sus actividades alineados ala metodología que se va a implementar.

- b. **Fase de seguimiento.** Se deben establecer hitos de control, monitoreo y garantías para el cumplimiento de las actividades del proyecto, con el objetivo de cumplir las normativas y estándares aplicados en la metodología para generar sistemas de control y seguimiento del proyecto.

- c. **Fase de proyectos.** Al respecto los clasifica en:

Planificación, plan procesos BIM y Tareas.

Implantación, Gestión de Recursos Humanos, BEP, Interoperabilidad, BIM

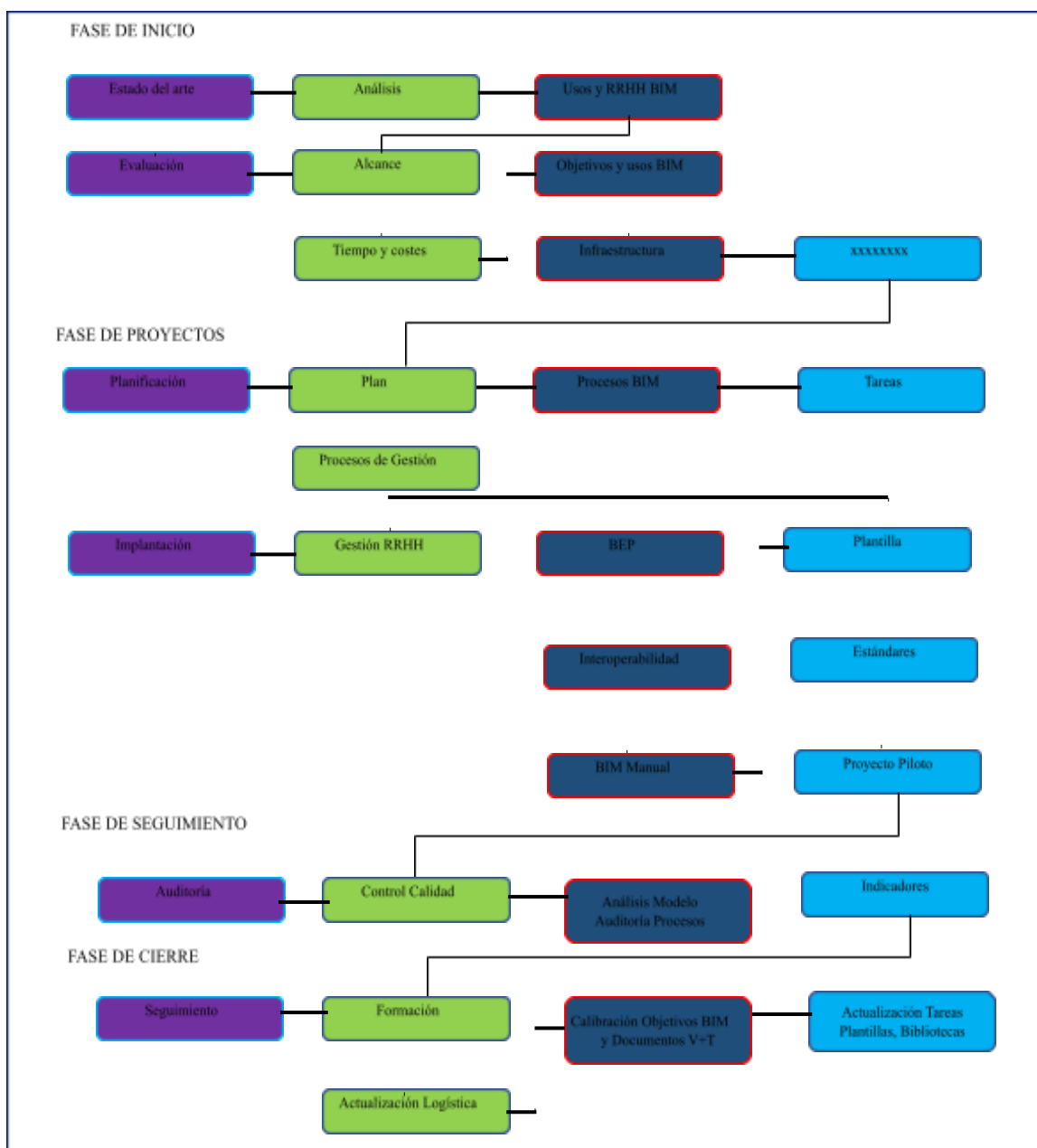
Manual, Plantilla, estándares y Proyecto Piloto.

d. **Fase de cierre.** Para la finalización del proyecto los seleccionar de la siguiente manera:

- Seguimiento.
- Formación.
- Calibración objetivos BIM y documentos.
- Actualización de tareas.

Figura 1

Ciclo de un Proyecto de Inversión Pública.



Nota. Fuente: (Barco 2017).

2.2.1.3. Procesos. Con respecto a Rogers (2018), la distribución de información es importante para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta los recursos tecnológicos y sobre todo la Metodología a utilizar. En ese sentido, los procesos son fundamentales para la programación adecuada de todas las fases del proyecto.

Por otro lado, los procesos son actividades relacionadas dentro de un sistema que generan procesos y sub procesos para mejorar la gestión del proyecto. Y son un proceso constante de cantidades interrelacionadas en un sistema para interactuar con actividades de entrada y salida y se reflejan en resultados que colaboran en los procesos de gestión del proyecto y los subprocesos.

De esa manera Rogers (2018) “BIM es un método asociado al Proceso constructivo que acerca las distintas disciplinas y procesos a través de compartir información útil y en tiempo real del proyecto. Existen herramientas tecnológicas que lo soportan.” (p.7)

Por lo tanto, Barco (2018) los clasifica en los siguientes procesos:

- a. **Proceso de desarrollo.** El desarrollo del proyecto se considera las diferentes plataformas y niveles de construcción. En ese sentido, considerar el proceso de construcción de acuerdo al diseño. También, el proceso de mantenimiento post venta del proyecto y hacer las simulaciones en las etapas 4D, 5D, 6D y 7D.

En este caso para Zacarías (2014) el desarrollo de un proyecto BIM se enfoca en administrar los sistemas de información bajo una sola plataforma, manteniendo los procesos de actividades administrados adecuadamente con la metodología y plantea la posibilidad de integración total de los procesos en todos los ciclos de vida del proyecto a través de software que maneja la industria.

- b. **Proceso de interoperabilidad.** En este marco relaciona la interoperabilidad en 3 dimensiones: La interoperabilidad organizativa que fusiona el intercambio de información

para el adecuado proceso de las diferentes actividades. Asimismo, la interoperabilidad semántica, donde refiere la unión de información con fuentes exógenas. Finalmente, la interoperabilidad técnica que refiere al uso de componentes tecnológicos para la fusión de información, respetando estándares para el procesamiento de datos. Como explica Blanco (2019) “Según se expresa en las guías de building Smart, Open BIM debe servir para: funcionar como un flujo de trabajo transparente y abierto que permita a los participantes en los proyectos trabajar con independencia de software que utilicen.” (p. 28)

Figura 2

Diseño de procesos

DISEÑO DE PROCESOS DE USOS Y OBJETIVOS			
PLAN	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
Modelado del estado actual (edificios o solares) Estimación de costes Planificación Programación espacial Análisis del emplazamiento/sitio	Revisión del diseño Análisis estructural Análisis de iluminación Análisis energéticos Análisis mecánico HVAC Análisis otras instalaciones Evaluación LEED BREEM Validación de normativa Coordinación 3D Detección de interferencias	TAREAS RELACIONADAS Identificar los potenciales usos BIM en el proyecto. Identificar a los responsables para cada uso potencial. Identificar recursos, capacidades y experiencias necesarias. Identificar valores adicionales y riesgos asociados a cada uso. Determinar si procede o no aplicar cada uno. Diseñar los procesos para cada uso BIM.	
		Planificación uso del edificio Diseño sistemas constructivos Fabricación digital Planificación de obra 4D Modelos record/As built	Plan de mantenimiento Análisis sistemas/rendimiento Gestión de activos inmobiliarios Gestión espacios/Inventarios Planificación de Contingencias

Nota. Fuente: (Barco 2017, p.27).

2.2.2. La optimización en la construcción modular

2.2.2.1. Definición de construcción modular. Para Bernard (1983) la construcción modular ha incursionado en la industria de la construcción en los últimos 15 años. Y, era considerado para la construcción de edificios temporales, sin embargo, la tecnología de este proceso constructivo ha entrado al rubro de la construcción de oficinas, hospitales, supermercados, escuelas y edificios residenciales.

“En la Europa del norte, Dinamarca figura como la pionera de la coordinación modular. Creo pronto sectores reservados, del orden de las 2000 viviendas por año, que permitieron lanzar componentes modulares y hacer aceptar desde 1961” (Bernard, 1983, p. 435)

De esa manera, Lawson, et al. (2014) comenta “los sistemas constructivos y los procesos han generado beneficios económicos en las edificaciones.” (p.1)

Por lo tanto, la optimización de la construcción modular está compuesto de la estandarización de formatos y procesos constructivos para optimizar los tiempos de entrega. En ese sentido, se mejora los controles de calidad desde la materia prima hasta la entrega de la construcción.

2.2.2.2. Tipos de construcción modular. Para Lawson et al. (2014, p.2) los tipos de construcción modular se generan de acuerdo al lugar donde será ubicado el proyecto y son:

- a. **Construcción modular.** Son unidades volumétricas que se realizan en planta y se envían al lugar por elementos.
- b. **Paneles bidimensionales.** Son paneles con un pre acabado realizado en fábrica.
- c. **Construcción híbrida.** Compuesto por paneles, elementos lineales y módulos para generar un sistema constructivo mixto.
- d. **Paneles de revestimiento.** Elementos prefabricados utilizados en las fachadas.
- e. **Objetos.** Elementos o aparatos como sanitarios o elementos fijos del mobiliario que

no son estructurales y van directo al proyecto.

2.2.2.3. Características de la optimización de la construcción modular. En lo que respecta a Smith (2016) las características de la construcción modular son las siguientes:

- a. Reducción de los plazos.
- b. Mejor gestión de los costes.
- c. Menor desperdicio de materiales, y, por lo tanto, menor generación de residuos.
- d. Reducción de las emisiones de CO₂ por la menor necesidad de transporte a la obra.

En cuanto a Arif y Egby (2010), la característica de la construcción modular que tiene una solución en construcción Off-Site. También, es una construcción manufacturada y con sistema industrializado de construcción.

Asimismo, para Brunch (2017), la construcción modular se ha desarrollado en algunos rubros como el de viviendas, escuelas, edificios administrativos, Datacenters, centros geriátricos, hoteles y hospitales. En ese sentido, la empresa hotelera Marriott International expuso en el 2017 que sus hoteles serán construidos en un 13 de su desarrollo con este tipo de sistema y metodología.

Para resumir, las características de la construcción modular tienen un impacto importante en la gestión de los costos de obra, la gestión de eliminación de materiales y el control de impacto ambiental. Además, considera la reutilización de algunos materiales para otros usos.

2.2.2.4. Procesos de la construcción modular. Para Wadel et al. (2010) los procesos de construcción modular tienen los siguientes ciclos:

- a. **Proyección planimetría.** En esta afirmación “En esta fase se realiza un modelo virtual de la estructura de los módulos mediante software de programación, de esta manera se verifica que la estructura soporte las cargas, de gravedad y sismo, en caso contrario será

reforzada”. Según Chang (2014, p. 38)

- b. **Fabricación modular.** En cuanto a Wadel et al. (2010), “Extracción de materias primas y fabricación de materiales (diversos impactos de los procesos de las industrias extractivas y fabricantes de productos para la construcción)”. (p. 44)

En ese caso Chang (2014), “así como la armadura que será colocada en los muros y losas de los módulos, también se comprueba las tolerancias dimensionales y el conjunto de especificaciones de los elementos que conforman las uniones entre los módulos.”

- c. **Transporte.** Al respecto Wadel et al. (2010), el transporte son “los impactos de los combustibles empleados en los movimientos que van desde los proveedores de materias hasta la hipotética localización de la obra.” (p.44)

Asimismo, para Chang (2014) “En esta fase los módulos son trasladados, izados con una grúa y ensamblados en obra según el cronograma de avance de obra.”

- d. **Montaje y construcción.** Según Wadel et al. (2010) el montaje en la parte del proceso donde se materializa en obra los procesos planteados y se analiza los impactos de la energía utilizada por maquinaria y herramientas.

- e. **Mantenimiento.** Según Wadel et al. (2010) el mantenimiento es “impactos de los materiales en la conservación y sustitución parcial o total de los materiales durante 50 años.”

- f. **Deconstrucción.** Según, Wadel et al. (2010) la deconstrucción o el derribo son “impactos de la energía empleada en la demolición y gestión de los residuos generados.” (p.44)

Sin embargo, Para Chang (2014) “Esta es la fase en la que la estructura ya ha cumplido su vida útil y se procede a su reutilización, de esta manera el ciclo de vida del sistema constructivo modular empieza de nuevo.”

Con el objeto de entender los procesos en la optimización de la construcción modular, se clasifico en proyección planimetría, fabricación modular, transporte, montaje, mantenimiento y deconstrucción. Por tanto, la línea de construcción modular se optimiza siguiendo estos procesos donde la industrialización de la construcción toma un papel importante sobre todo en el reciclaje y reutilización de los módulos. De modo tal, que se obtiene mejores controles de calidad y post venta del producto.

2.2.2.5. Sistemas de construcción modular en Perú. En el Perú el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) define, la construcción modular como los “Sistemas Constructivos No Convencionales Vigentes” que es normado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y aprobado por el Consejo Directivo Nacional de SENCICO (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción) y designan los siguientes sistemas modulares:

Los sistemas modulares en el Perú no convencionales son:

- a. M2 EMMEDUE
- b. Sistema Superwall
- c. Sistema viviendo bien
- d. Sistema Llaxta
- e. Sistema constructivo no convencional TIKA blocks
- f. Sistema Modular NEXCOM
- g. Sistema de losas aligeradas ALITEC
- h. Sistema constructivo no convencional EVG-3D en edificaciones de hasta cinco pisos.
- i. Techo aligerado unidireccional Sistema ISOLFORG
- j. Sistema de losas Aligeradas con viguetas prefabricadas de acero vigacero.

- k. Sistema modular para edificio de tres niveles TECNOFAST
- l. Sistema constructivo no convencional de viviendas prefabricadas PRELIMA
- m. Sistema constructivo no convencional denominado pre-losas prefabricadas PRELIMA
- n. Sistema de construcción en seco ETERNIT
- o. Sistema BETON DECKEN
- p. Sistema constructivo RBS AZEMBLA

En ese sentido, el presente plan de tesis se enfocará en el sistema Modular NEXCOM de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 193-2012- VIVIENDA, del 10 de septiembre del 2012. (SENCICO y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

2.2.2.6. Sistema modular NEXCOM. Explica la entidad SENCICO y Ministerio, (2018), “El sistema emplea paneles livianos tipo sándwich (poliestireno expandido dentro de dos láminas metálicas), perfiles y accesorios conformados con la misma lámina metálica, cubierta de techo también en paneles tipo sándwich. Los perfiles y/o accesorios están anclados a la cimentación.”

2.2.2.7. Infraestructura de los establecimientos de salud de primer nivel. Según, Ministerio de Salud (MINSA, 2015) “Se entiende por establecimiento de salud a todo aquel que realiza atención de salud en régimen ambulatorio o de internamiento, con fines de prevención, promoción, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, para mantener o restablecer el estado de salud de las personas”.

Establecimiento de salud de primer nivel. Define la normativa MINSA (2015), “Los establecimientos de salud de primer nivel de atención desarrollan principalmente actividades de promoción de salud, prevenciones de riesgo y control de daños a la salud, diagnóstico precoz

y tratamiento oportuno”.

Características. En ese sentido, las características principales para el desarrollo de la infraestructura de primer nivel de acuerdo a MINSA (2015) son las siguientes:

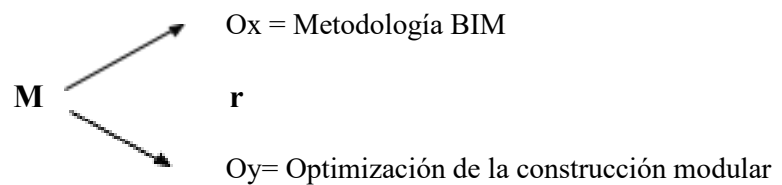
- a. El establecimiento de salud no se constituya en una UPSS en la categoría de establecimiento de salud.
- b. Que no se duplique con las actividades propias de alguna UPSS del establecimiento de salud.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Se usó una investigación sustantiva; así como de sus niveles descriptivo y explicativo, según Sánchez y Reyes (2017) definen “... como aquella que trata de responder a los problemas teóricos o sustantivos, en tal sentido, está orientada, a describir, explicar, predecir o retrodecir la realidad”. (p.38)

También se consideró el diseño descriptivo correlacional, con la finalidad de identificar la relación que existe entre las variables de estudio.



Donde:

M = es la muestra

Ox = es la variable: Metodología BIM

Oy = es la variable: Optimización en la construcción modular

r = relación entre variables

3.1. Población y muestra

Se entiende por población al “grupo de elementos o casos, ya sea individuos, objetos o acontecimientos, que se ajustan a criterios específicos y para los que pretendemos generalizar los resultados de la investigación” (McMillan y Schumacher, 2005, p. 135). Se consideró como población y muestra a los arquitectos diseñadores de módulos pre fabricados e ingenieros civiles de la Red de Salud de Huarochirí y arquitectos especializados en el tema, que formaron un total de 92. Por lo tanto, se habla de una población censal que estuvo constituido por toda la población.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Metodología BIM	1. Implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis - Costos - Tiempo - Recursos Humanos BIM - Infraestructura adecuada - Programación espacial. - Análisis del emplazamiento.
	2. Fases	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo as built - Plan de mantenimiento. - Análisis rendimiento. - Gestión de activos. - Gestión de inventarios. - Planificación de contingencias. - Actualización logística - Calibración de objetos BIM. - Actualización de tareas - Actualización de plantillas, procesos
	3. Procesos	<ul style="list-style-type: none"> - Interoperabilidad - Planificación uso del edificio - Fabricación digital - Planificación de obra en 4d. - Calibración de objetos BIM.
Optimización en la Construcción Modular	1. Construcción modular	<ul style="list-style-type: none"> - Planos de arquitectura - Planos de ingeniería - Planos de instalaciones sanitarias. - Planos de instalaciones eléctricas - Planos de instalaciones mecánicas.
	2. Características de optimización de la construcción modular	<ul style="list-style-type: none"> - Muros - Parantes - Cimentación - Uniones - Techos
	3. Procesos de la construcción modular	<ul style="list-style-type: none"> - Distancia - Ubicación del terreno - Peso del modulo - Dimensiones

3.4. Instrumentos

Tabla 2

Ficha técnica de la encuesta para medir la Metodología BIM

Nombre: Encuesta para medir la Metodología BIM

Autor: El investigador.

Administración: Individual.

Tiempo Aplicación: En promedio de 20 minutos.

Propiedades psicométricas: La variable, está compuesta por 3 dimensiones:

3.4.1. Implementación

3.4.2. Fases

3.4.3. Procesos

La encuesta comprende 20 ítems, con respuestas tipo Likert.

La Validez del instrumento está dada por 3 expertos.

(ver anexo)La confiabilidad del Alfa de Cronbach =

88,9% (ver anexo).

Tabla 3

Ficha técnica de la encuesta para medir la optimización de la construcción modular

Nombre: Encuesta para medir la optimización de la construcción modular

Autor: El investigador

Administración: Individual.

Tiempo Aplicación: En promedio de 20 minutos.

Propiedades psicométricas: La variable, está

compuesta por 3 dimensiones:

1. Construcción modular
2. Características de optimización de la construcción modular
3. Procesos de la construcción modular

La encuesta comprende 18 ítems, con respuestas tipo Likert.

La validez del instrumento está dada por 3 expertos.

(ver anexo)La confiabilidad del Alfa de Cronbach =

89,1% (ver anexo).

3.5.Procedimientos

A fin de contrastar las hipótesis se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Diseño de elaboración de encuestas
- Confiabilidad, a través del Alfa de Cronbach
- Trabajo de campo.
- Tabulación de datos en Excel.
- Aplicación del programa SPSS.

3.6.Análisis de datos

Luego de la obtención de resultados, se aplicó los métodos analítico, sintético, inductivo y deductivo.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de las variables de estudio

4.1.1. Resultados descriptivos de la variable (X): Aplicación de la metodología BIM

Con la finalidad de lograr un mejor entendimiento presentaremos los resultados totales y de cada dimensión.

4.1.1.1 Resultado total de la variable (X): Aplicación de la metodología BIM

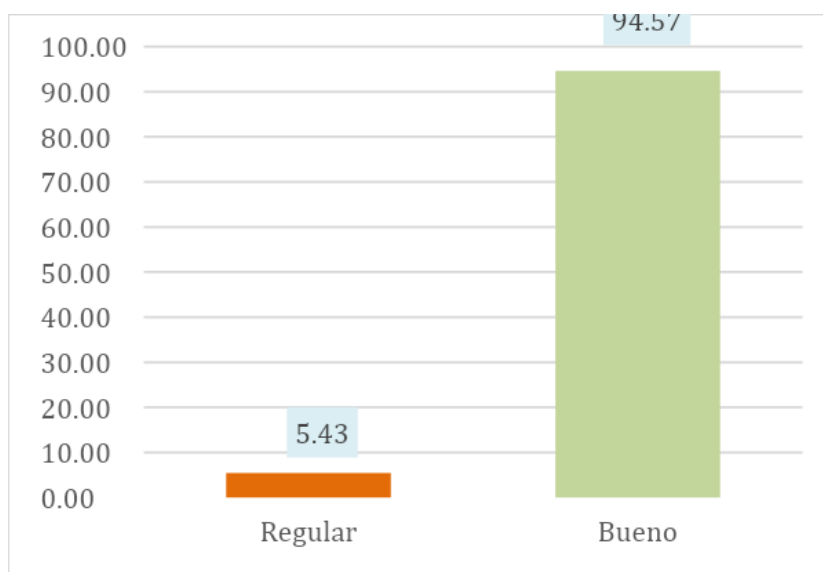
Tabla 4

Aplicación de la metodología BIM

	Frecuencia	Porcentaje
Regular	5	5,43
Bueno	87	94,57
Total	92	100,00

Figura 3

Aplicación de la metodología BIM.



Nota. Se observa que el 94,57% considera que la aplicación de la metodología BIM es buena, el 5,43% consideran que es regular.

4.1.1.2. Resultado por cada una de las dimensiones de la variable (X): Aplicación de la metodología BIM

La variable tiene tres dimensiones:

1. Implementación
2. Fases
3. Procesos

A continuación, los resultados.

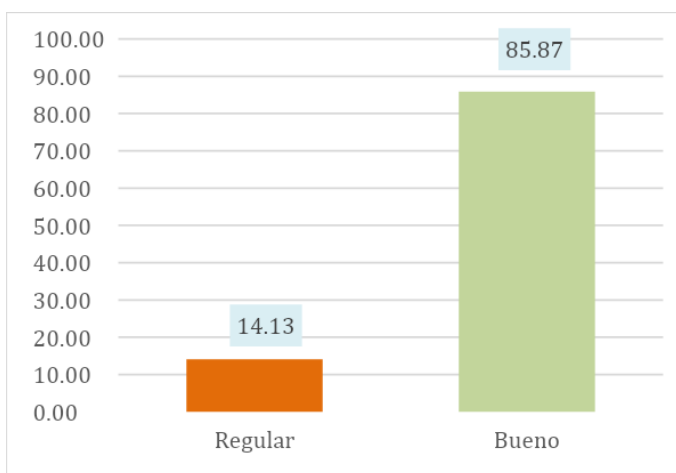
Tabla 5

Implementación

	Frecuencia	Porcentaje
Regular	13	14,13
Bueno	79	85,87
Total	92	100,00

Figura 4

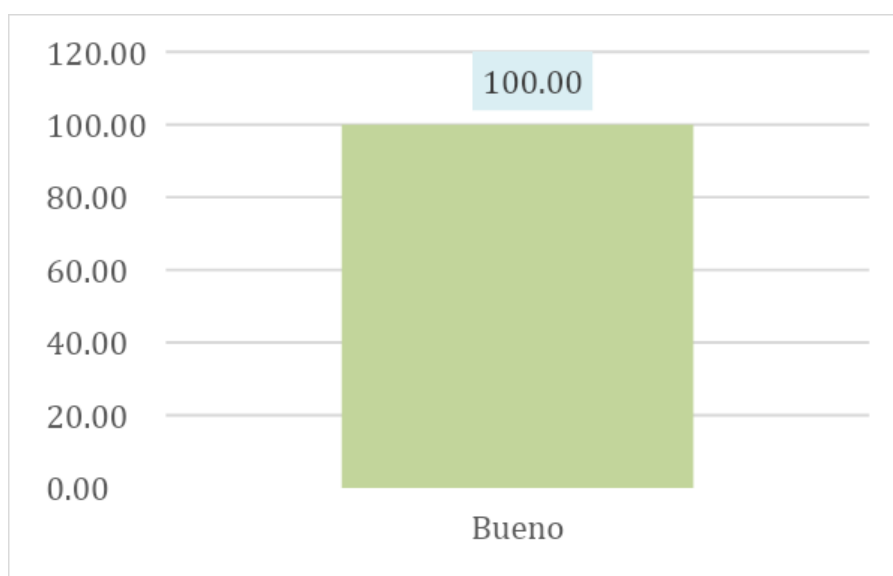
Implementación.



Nota. Se observa que el 85,87% considera que la implementación es buena, el 14,13% considera que es regular.

Tabla 6*Fases*

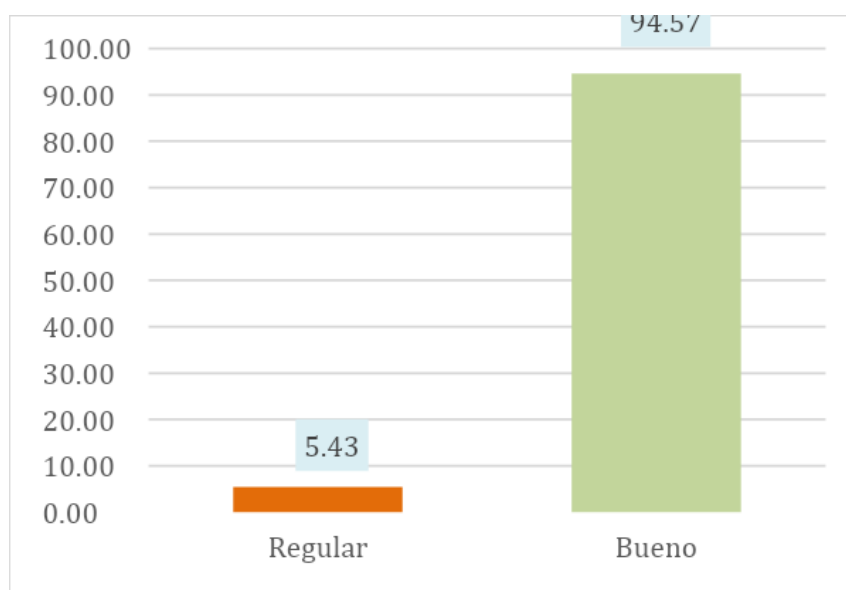
	Frecuencia	Porcentaje
Buena	92	100,00
Total	92	100,00

Figura 5*Fases*

Nota. Se observa que el 100% considera que las fases son buenas.

Tabla 7*Procesos*

	Frecuencia	Porcentaje
Regular	5	5,43
Bueno	87	94,57
Total	92	100,00

Figura 6*Procesos*

Nota. Se observa que el 94,57% considera que los procesos son buenos, el 5,43% considera que son regulares.

4.1.1. Resultados descriptivos de la variable (Y): La optimización en la construcción modular

Con la finalidad de lograr un mejor entendimiento presentaremos los resultados totales y de cada dimensión.

4.1.1.1. Resultado total de la variable (Y): La optimización en la construcción modular

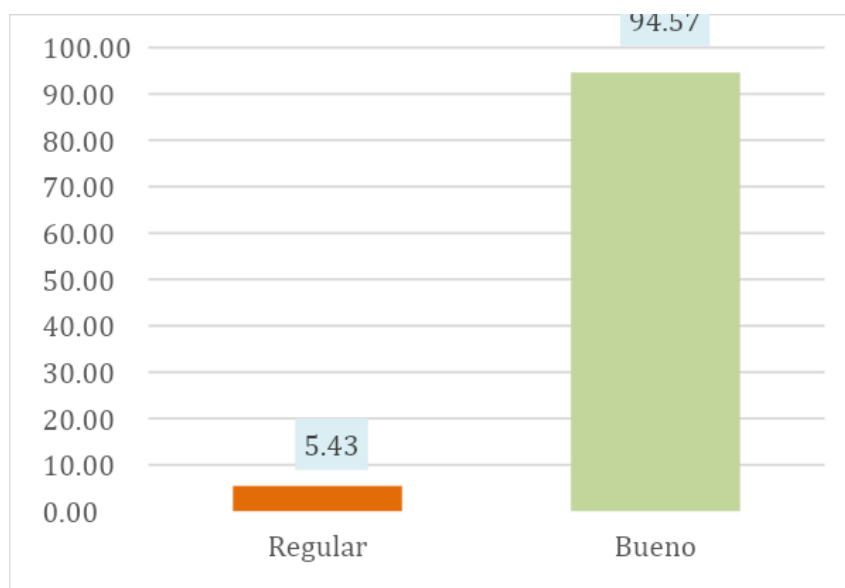
Tabla 8

La optimización en la construcción modular

	Frecuencia	Porcentaje
Buena	92	100,00
Total	92	100,00

Figura 7

Optimización en la construcción modula



Nota. Se observa que el 100 % considera que la optimización en la construcción modular esbuena.

4.1.1.2. Resultado por cada una de las dimensiones de la variable (Y):

La optimización en la construcción modular

La variable tiene tres dimensiones:

1. Construcción modular
 2. Características de optimización de la construcción modular
 3. Procesos de la construcción modular
- A continuación, los resultados.

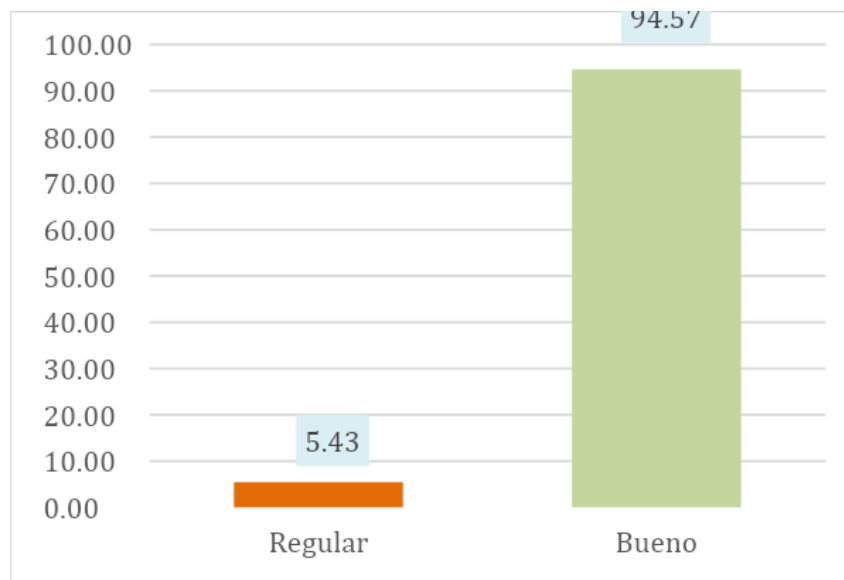
Tabla 9

Construcción modular

	Frecuencia	Porcentaje
Regular	5	5,43
Bueno	87	94,57
Total	92	100,00

Figura 8

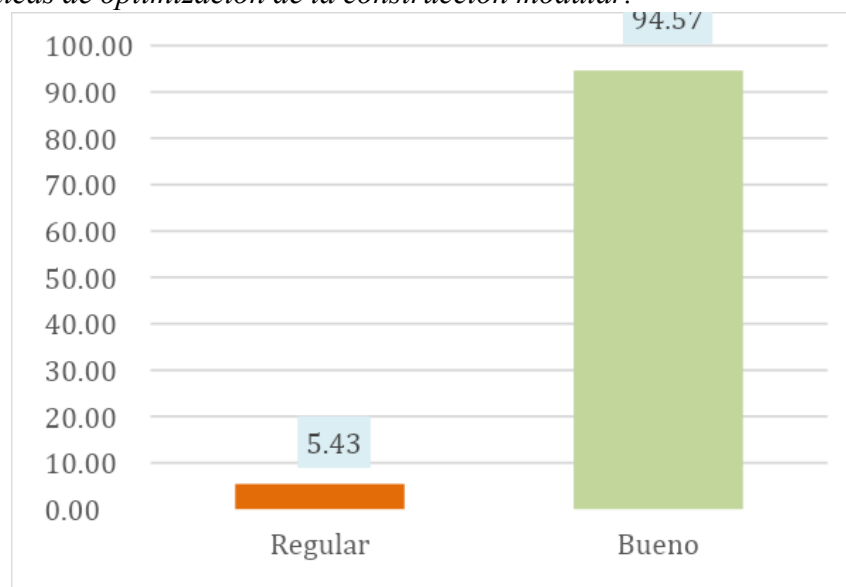
Construcción modular.



Nota. Se observa que el 94,57% considera que la construcción modular es buena, el 5,43% considera que es regular.

Tabla 10*Características de optimización de la construcción modular*

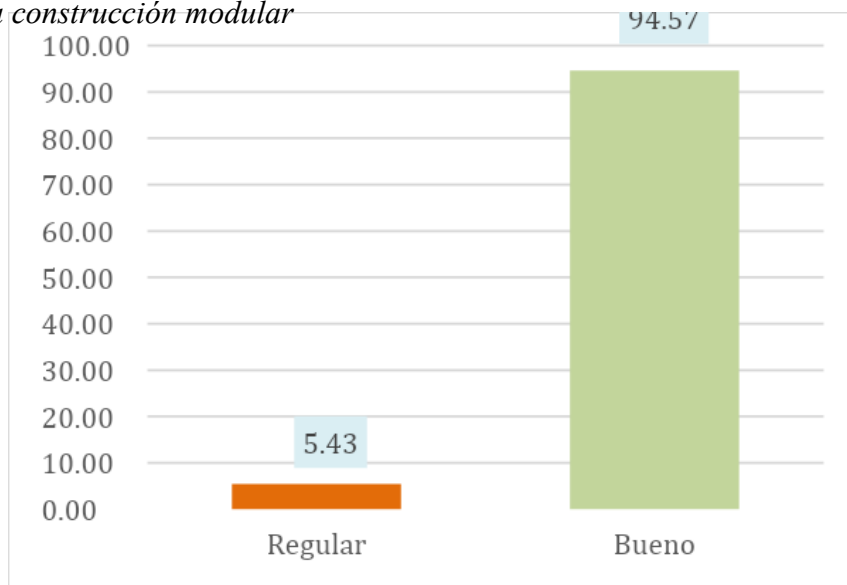
	Frecuencia	Porcentaje
Regular	1	1,09
Bueno	91	98,91
Total	92	100,00

Figura 9*Características de optimización de la construcción modular.*

Nota. Se observa que el 98,91% considera que las características de optimización de la construcción modular son buenas, el 1,09% considera que son regulares.

Tabla 11*Procesos de la construcción modular*

	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	92	100,00
Total	92	100,00

Figura 10*Procesos de la construcción modular*

Nota. Se observa que el 100% considera que los procesos de la construcción modular son buenos.

4.2. Prueba de normalidad

Tabla 12

Prueba de Kolmogorov- Smirnov para la variable: Aplicación de la metodología BIM

		Implementación de la metodología BIM	Implementación	Fases	Procesos
N		92	92	92	92
Parámetros normales	Media	70,7391	21,1304	28,57	21,0326
	Desv.	7,33031	3,24196	2,326	2,24074
	Desviación			31	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,187	,323	,143	,190
	Positivo	,143	,188	,098	,178
	Negativo	-,187	-,323	-,143	-,190
Estadístico de prueba		,187	,323	,143	,190
Sig. asintótica(bilateral)		,000	,000	,000	,000

Tabla 13

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la variable: La optimización en la construcción modular

		La optimización en la construcción modular	Construcción modular	Característica de la construcción modular	Procesos de la construcción modular
N		92	92	92	92
Parámetros normales	Media	65,0978	10,8152	17,96739	36,3152
	Desviación	5,48336	1,50406	1,686736	2,66821
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,212	,382	,186	,193
	Positivo	,139	,223	,130	,084
	Negativo	-,212	-,382	-,186	-,193
Estadístico de prueba		,212	,382	,186	,193
Sig. asintótica(bilateral)		,000	,000	,000	,000

En las tablas 12 y 13 se presentan los resultados de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnov, lo cual se usó debido a que la base de datos está compuesta por más de 50 datos. Encontrando valores de p menores de 0.05; en tal sentido al demostrar que los datos no siguen una distribución normal, para contrastar las hipótesis, se deberá emplear estadísticas no paramétricas: Rho de Spearman.

4.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis general

Ho: No existe relación significativa entre la aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia, lo que genera la sugerencia de implementación de mejora de los procesos de construcción.

Ha: Existe relación significativa entre la aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia, lo que genera la sugerencia de implementación de mejora de los procesos de construcción.

Consideramos el siguiente proceso:

- **Establecer el nivel de confianza:** 95%, y un nivel de significancia de 0,05
- **Elección de la prueba estadística:** Se aplicará el estadístico no paramétrico Rho de Spearman.
- **Resultado estadístico:**

Tabla 14

Correlación rho de Spearman de la aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular

		Optimización en la construcción modular
Rho de Spearman	Fases	Coefficiente de correlación
		,826**
		Sig. (bilateral)
		0
		N
		92

Nota: Entre la aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción molecular existe una correlación considerable, $r = 0,826$ y un valor de significancia de $p = 0,000$ y es menor de 0,05. Por lo tanto; se rechaza la Hipotesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.2.1. Hipótesis específicas:

Hipótesis específica 1:

Ho: No existe relación significativa entre la etapa de implementación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

Ha: Existe relación significativa entre la etapa de implementación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

Consideramos el siguiente proceso:

- **Establecer el nivel de confianza:** 95%, y un nivel de significancia de 0, 05
- **Elección de la prueba estadística:** Se aplicará el estadístico no paramétrico Rho de Spearman.
- **Resultado estadístico:**

Tabla 15

Correlación rho de Spearman de la implementación y la optimización en la construcción modular

		Optimización en la construcción modular
Rho de Spearman	Fases	Coefficiente de correlación
		,872**
		Sig. (bilateral)
		,000
		N
		92

Nota. Entre la implementación y la optimización en la construcción modular existe una correlación positiva considerable, $r = 0,872$ y un valor de significancia de $p=0,000$ y es menor de 0,05. Por lo tanto; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Hipótesis específica 2:

Ho: No existe relación significativa entre la etapa de fases de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

Ha: Existe relación significativa entre la etapa de fases de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

Consideramos el siguiente proceso:

- **Establecer el nivel de confianza:** 95%, y un nivel de significancia de 0, 05
- **Elección de la prueba estadística:** Se aplicará el estadístico no paramétrico Rho de Spearman.
- **Resultado estadístico:**

Tabla 16

Correlación rho de Spearman de las fases de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular

		Optimización en la construcción modular
Rho de Spearman	Fases	Coficiente de correlación ,758**
		Sig. (bilateral) ,000
		N 92

Nota. Entre las fases de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular existe una correlación positiva considerable, $r = 0,758$ y un valor de significancia de $p=0,000$ y es menor de 0,05. Por lo tanto; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Hipótesis específica 3:

Ho: No existe relación significativa entre la etapa de procesos de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

Ha: Existe relación significativa entre la etapa de procesos de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020.

Consideramos el siguiente proceso:

- **Establecer el nivel de confianza:** 95%, y un nivel de significancia de 0,05
- **Elección de la prueba estadística:** Se aplicará el estadístico no paramétrico Rho de Spearman.
- **Resultado estadístico:**

Tabla 17

Correlación rho de Spearman de los procesos de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular

		Optimización en la construcción modular
Rho de Spearman	Fases	Coeficiente de correlación
		,794**
		Sig. (bilateral)
		,000
		N
		92

Nota. Entre los procesos de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular existe una correlación positiva considerable, $r = 0,794$ y un valor de significancia de $p=0,000$ y es menor de 0,05. Por lo tanto; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la hipótesis general, que quedó contrastada existe relación significativa entre la aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochirí con una correlación positiva considerable de $r = ,826$ y un $p = 0,000$ que es menor de 0,05. En relación a los antecedentes de estudio señalamos que en la investigación realizada por Ascue (2017) la relación entre la Aplicación del Software BIM y la Producción de Proyectos en la Empresa Havym Arquitek – San Juan de Lurigancho- 2017.

Comprueba que es bueno y entre la aplicación del software BIM y producción de proyectos, existe una relación directa y significativa al obtener un valor de 0.607; es decir que a mayor la aplicación del BIM, mejora la producción de proyectos. Tapia (2018) en su investigación acerca del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao, señala que la muestra diseñada ha permitido llegar a obras urbanas de todo tipo como edificios de vivienda multifamiliar, vivienda masiva, oficinas, centros comerciales, hoteles, centros educativos, centros de salud y otras, tales como estaciones de transporte masivo, mejoramiento de mercados locales, centros de ceremonia, restaurantes e iglesias.

Hernández (2018), los resultados de su investigación dan cuenta que casi la totalidad (95%) de encuestados tiene un buen nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura y uso de la metodología “Building Information Modeling”, mientras que solo el 5% muestra un uso regular. Espinoza (2018) señala que en su investigación se ha determinado que existe una relación directa entre las variables implementación de la tecnología BIM y la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto y que

la eficiente aplicación de la tecnología BIM aumenta el nivel de productividad en las distintas actividades que influyen en la habilitación e instalación de acero. A nivel internacional Chacón y Cuervo (2017), la investigación que realizaron se apoyó en el programa Revit, desarrollaron el modelo de un proyecto civil para evaluar la practicidad y las ventajas del BIM sobre la metodología tradicional CAD. Asimismo, elaboraron una guía multimedia, en el cual describen los conocimientos básicos que debe tener un usuario del software antes de modelar un proyecto.

Sánchez (2016), en su investigación demostró que las herramientas informáticas de simulación, la CML puede ser energéticamente eficiente, llegando a cumplir con los estándares de un edificio de consumo de energía. Rincón y Niño (2019) señalaron que su investigación les permitió realizar un análisis comparativo entre el modelo BIM y los planos arquitectónicos, lo que mejora la efectividad en los proyectos y reduce tiempos de ejecución lo que conlleva a una disminución de los costos. El Software que se utilizó para llevar a cabo la modelación 3D, fue Archicad, de la compañía Graphisoft, el cual cuenta con licencia educativa gratuita; para la simulación del proceso constructivo, en efecto la modelación 4D, fue necesario el software Navisworks, el cual también cuenta con una licencia educativa gratuita.

Asimismo, Blanco (2018), el objetivo de su investigación fue hacer una comparación entre la implementación de una metodología BIM y una tradicional CAD, aplicada a una sola estructura en este caso una estructura de proceso. Dicha comparación se realizó desde la perspectiva del departamento de obras civiles de la empresa Tipiel S.A; se mostró un estimado de costos donde intervinieron los profesionales del departamento de obras civiles con salarios reales comparando las dos metodologías. Y en cuanto a la metodología BIM señaló que ésta es más eficiente que la metodología tradicional CAD.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. De acuerdo a los resultados estadísticos, se muestra que existe relación entre aplicación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020, con un $r=$,826 y un $p=0,000$ que es menor de 0,05.
- 6.2. De acuerdo a los resultados estadísticos, se muestra que existe relación significativa entre la etapa de implementación de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020, con un $r=$,872 y un $p=0,000$ que es menor de 0,05.
- 6.3. De acuerdo a los resultados estadísticos, se muestra que existe relación significativa entre la etapa de fases de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020, con un $r=$,758 y un $p=0,000$ que es menor de 0,05.
- 6.4. De acuerdo a los resultados estadísticos, se muestra que existe relación significativa entre la etapa de procesos de la metodología BIM y la optimización en la construcción modular en establecimientos de salud de primer nivel de atención en la Provincia de Huarochirí, Lima- 2020, con un $r=$,794 y un $p=0,000$ que es menor de 0,05.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. De acuerdo a las conclusiones obtenidas, presentamos una Implementación de mejora de procesos de construcción: Proyecto de construcción modular pre fabricada para zona de lluvias y heladas en Huarochirí.

Propuesta de mejora, a través de un proyecto:

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN MODULAR PRE FABRICADA PARA ZONA DE LLUVIAS Y HELADAS EN HUAROCHIRI

1.1. Memoria descriptiva

1.1.1. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Huarochirí, Región Lima, en Centro Poblado de Acobamba a 4200 msnm a 6 horas de la plaza de armas de Chosica a 300 metros del Puesto de Salud de Acombamba.

1.1.2. Área de intervención

El área de intervención es de 83.30 m² con un área construida de 6.48 m²

1.1.3. Criterios de diseño

La topografía accidentada, las condiciones climáticas de bajas temperaturas y lluvias torrenciales, se considera para los criterios de diseño de ingeniería y arquitectónica, la utilización de la caída de agua con techos inclinados, mampostería con aislantes térmicos, estructuras metálicas y la construcción del armado y desarmado sin la utilización de energía eléctrica.

Por lo cual se ha decidido utilizar la construcción modular pre fabricada, que permite el traslado y la reutilización de material de la edificación en caso de desastres naturales.

En ese sentido, se elabora un manual de armado de la edificación con toda la codificación para su fácil instalación.

1.1.4. Programa arquitectónico

El programa arquitectónico considerado para esta construcción modular pre fabricada se especifica en el siguiente cuadro.

PROGRAMA ARQUITECTONICO DE DISTRIBUCION		
Nº	AMBIENTE	M2
1.0	Consultorio 01	6.75
2.0	Consultorio 02	6.32
3.0	Baño para discapacitado	4.36
4.0	Sala de Obseravacion	40.01

1.1.5. Especialidad estructuras

Para la solución estructural se toma como punto de partida la utilización de estructuras metálicas donde las uniones estructurales aporticadas se realizarán con tornillería. Asimismo, la estructura tendrá un proceso de galvanizado para su alta resistencia a la humedad y para un bajo nivel de mantenimiento.

1.1.6. Especialidad eléctrica

Las instalaciones eléctricas, están consideradas con tubería metálica tipo Conduit galvanizadas y accesorios. También, las luminarias serán tipo herméticas y las lámparas con tecnología LED.

1.1.7. Especialidad instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias, todas las instalaciones sanitarias de agua y desagüe serán de Polipropileno adosadas a los muros para su fácil mantenimiento, desarmado y reposición en caso de aniegos.

1.1.8. Presupuesto

PROYECTO DE CONSTRUCCION MODULAR PRE FABRICADA PARA ZONA D E LLUVIAS Y HELADAS EN HUAROCHIRI			
ITEM	DESCRIPCION	UND	TOTAL
1.00	PRELIMINARES		S/ 5,000.00
1.01	TRASLADO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	Glb.	
1.02	ELIMINACION DE DESMONTE Y DESECHOS DE LA CONSTRUCCION	Glb.	
2.00	OBRA CIVIL		S/ 5,000.00
2.01	CONTRAPISO frotachado 4 centímetros - zonas con piso vinilico y porcellanato	M2	
2.02	Guardilla de Nivelacion Interior Exterior - según lo encontrado en obra	ml	
3.00	PISOS		S/ 16,000.00
3.01	VINILO SIMIL A MADERA MAPLE , HONEY MAPLE , PLACA DE ESPESOR 3MM	M2	
3.02	PISO DE PORCELANATO GRIS DE 60 X 60 TRANSITO COMERCIAL EN ZONA DE TIENDA FORMATO COMERCIAL	M2	
4.00	TABIQUERIA Y COBERTURA		S/ 60,000.00
4.01	THERMO MURO DE 9 CM DE ESPESOR	M2	
4.02	THERMO TECHO DE 15 CM	M3	
5.00	ESTRUCTURA METALICA		S/ 45,000.00
5.01	ESTRUCTURA METALICA APORTICADA	ML	
5.02	TORNILLERIA PARA FLIACION	ML	
6.00	PINTURA		S/ 4,500.00
6.01	Pintura latex color gris satinado (lavable) BMC, preview distant gray 2124-70 con sellador acrilico	M2	
7.00	VIDRIO		S/ 3,000.00
7.01	CRISTAL TEMPLADO TRANSPARENTE 10MM	M2	
8.00	PUERTAS		S/ 2,100.00
8.01	PUERTA METALICA CON THERMOMURO	UND	
9.00	MOBILIARIO		S/ 6,000.00
9.01	ARMADO DE MOBILIARIO aprox 117 piezas	Glb.	
10.00	LUMINARIAS		S/ 19,000.00
10.01	Luminarias		
10.01.01	Luminaria Hermética de acrilico MOD Indico de 2 tubos LED 2*18W - Luz Blanca		
PROYECTO DE CONSTRUCCION MODULAR PRE FABRICADA PARA ZONA D E LLUVIAS Y HELADAS EN HUAROCHIRI			
ITEM	DESCRIPCION	UND	TOTAL
11.00	LAMPARAS		S/ 750.00
11.01	ITEM 1 Lampara de alta performance LED, de eficiencia no menor a 60% - IRC:80 Temperatura color 3000° K - No MENOR A 3400 Lm 1x51w	Und	
12.00	ACCESORIOS		S/ 450.00
12.01	Riel de aluminio 3 circuitos color negro perfil de aluminio bandeja	ML	
13.00	LUMINARIAS DE EMERGENCIA		S/ 690.00
13.01	Luminarias de emergencia led grande modelo LD32-SMD	Und	
14.00	INTALACIONES ELECTRICAS Y DATA		S/ 6,004.00
14.01	Mano de obra para luminarias		
14.01.01	Instalacion puntos luminarias - incluye almacen y backlight	Glb	
14.02	Mano de obra para tomacorriente T6		
14.02.01	Obras civiles para tomacorriente T6 (13 unidades)	Glb	
14.02.02	Enductado de tomacorriente T6 (13 unidades)	Glb	
14.02.03	Cableado de tomacorriente T6 (13 unidades)	Glb	
14.03	Mano de obra para cajas TC		
14.03.01	Obras civiles para cajas TC (13 unidades)	Glb	
14.03.02	Enductado para cajas TC (13 unidades)	Glb	
14.03.03	Cableado para cajas TC (13 unidades)	Glb	
14.04	Mano de obra para tomacorriente Ω		
14.04.01	Obras civiles para tomacorriente Ω (14 unidades)	Glb	
14.04.02	Enductado para tomacorriente Ω (14 unidades)	Glb	
14.04.03	Cableado para tomacorriente Ω (14 unidades)	Glb	
14.05	Mano de obra para caja cal		
14.05.01	Obras civiles para caja cal (4 unidades)	Glb	
14.05.02	Enductado para caja cal (4 unidades)	Glb	
			S/ 173,494.00
		IGV	S/ 31,228.92
		TOTAL	S/ 204,722.92

1.2. Metodología de elaboración del expediente técnico

La metodología que se usó para la elaboración del Módulo fue la metodología BIM donde se desarrolló el proyecto junto con la fabricación en planta de manera colaborativa

1.2.1. Fase proyecto

1.2.1.1. Arquitectura. Se realizó el modelado de acuerdo a los planos de arquitectura, se planteó la programación espacial y el análisis de emplazamiento en el sitio.

1.2.1.2. Estructuras. Se realizó el diseño estructural de acuerdo a la distribución y diseño arquitectónico.

1.2.1.3. Instalaciones eléctricas. Se realizaron las instalaciones eléctricas de acuerdo a los puntos de iluminación y al cálculo de lúmenes de los ambientes.

1.2.1.4. Instalaciones sanitarias. Las instalaciones sanitarias se diseñan de acuerdo a los cálculos de caudal y dotación de servicios.

1.2.1.5. Interpolación de especialidades. En esta etapa el proyecto es compatibilizado y se evidencian las interferencias entre las diferentes especialidades y se replantean las propuestas para trabajar todas en un solo modelo arquitectónico y actualizar el modelado de manera colaborativa con todas las especialidades.

1.2.2. Fase Fabricación 3D

La etapa de fabricación de accesorios y componentes constructivos en 3D es con el objetivo de modelar desde la tornillería hasta las coberturas y materiales aislantes a colocar.

1.3. Fabricación e interpolación del proyecto

En esta fase se realizan los trabajos en la planta de metal mecánica y se fabrica el módulo con los accesorios y moldes del expediente técnico.

En ese sentido, se evidencian interferencias entre la fabricación y el expediente técnico, las cuales son actualizadas en gabinete para la actualización del modelo y realizar el modelado de acuerdo a fabricación.

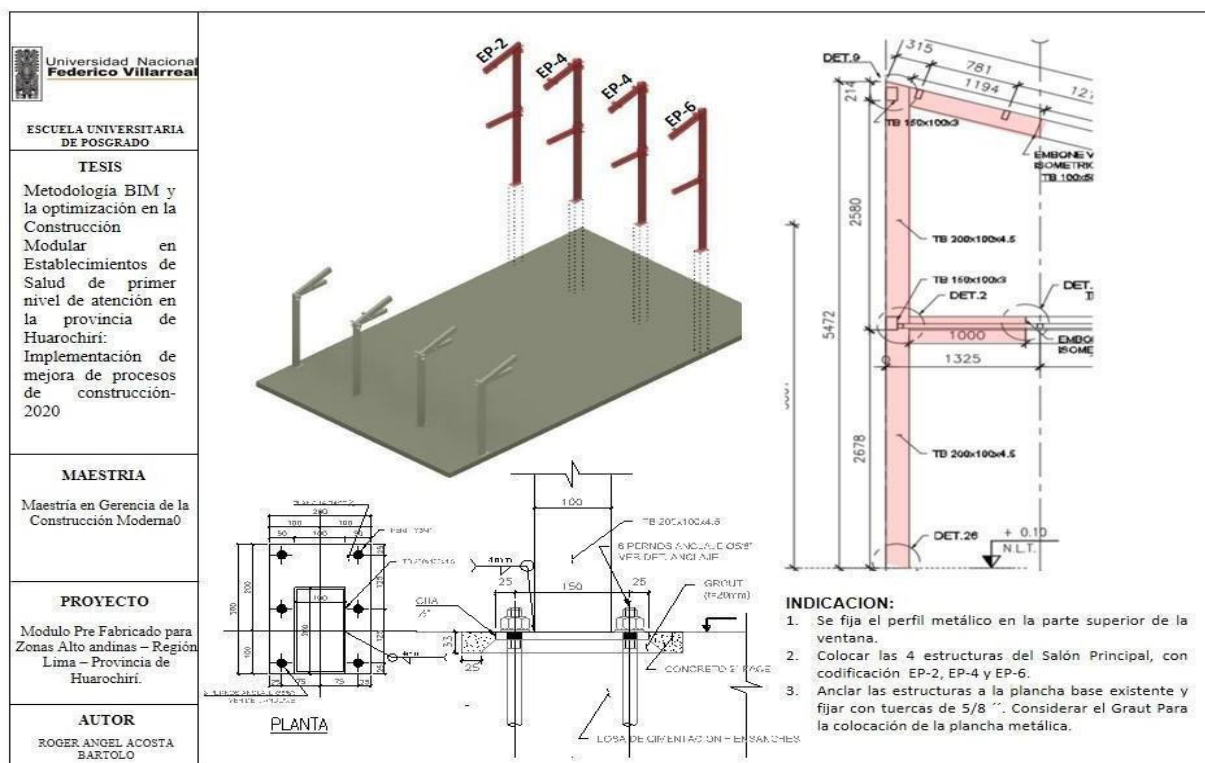
Asimismo, se trabaja de manera colaborativa entre la producción de planta y el modelado BIM en gabinete, teniendo como resultado un 99% de eficiencia y eficacia en la elaboración del módulo para el armado y desarmado.

1.4. Manual de instalaciones y fabricación

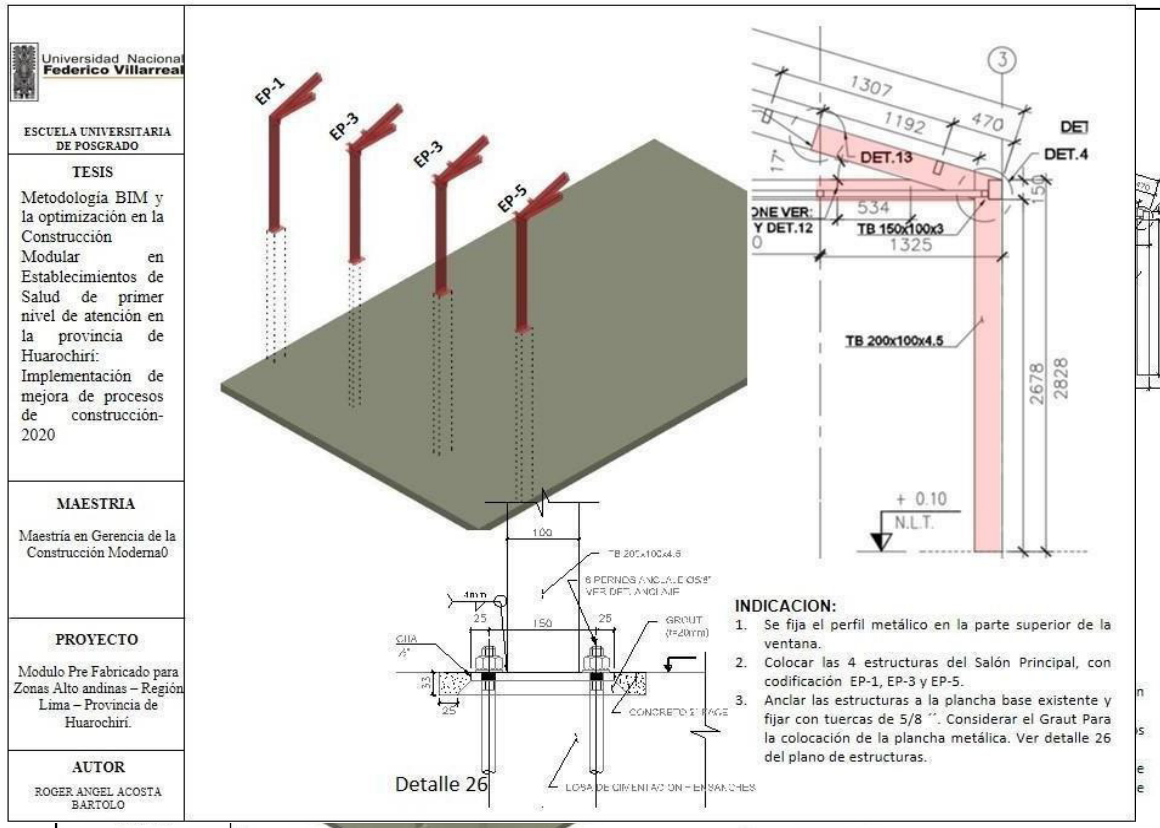
Con la fabricación compatibilizada con el expediente técnico, se comienza el proceso de construcción paso a paso del módulo.

Entonces, se elabora un manual de construcción donde se codifica cada pieza para la instalación de cada componente estructural y arquitectónico (Muro, estructuras, tornillería, puertas, ventanas, aparatos sanitarios y accesorios).

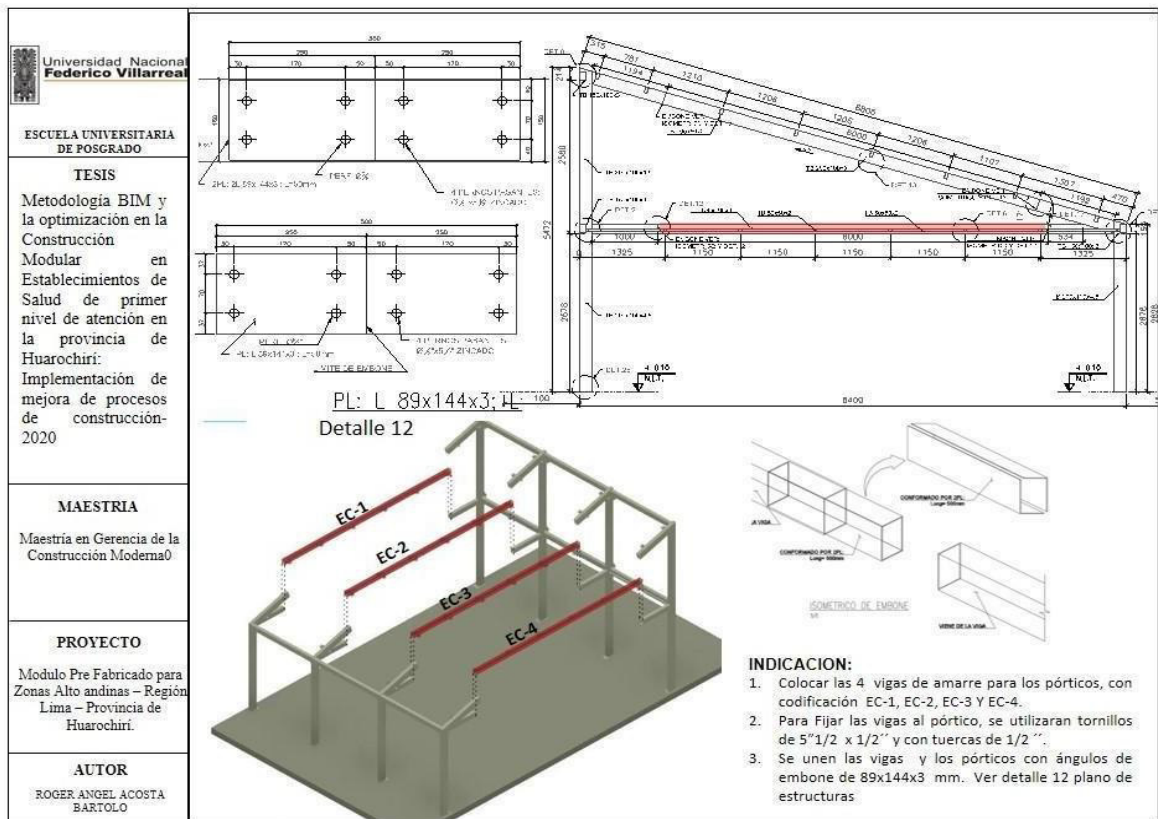
Por lo tanto, se elabora el manual donde se muestra gráficamente el proceso de armado en 3D como se muestra en los siguientes gráficos:




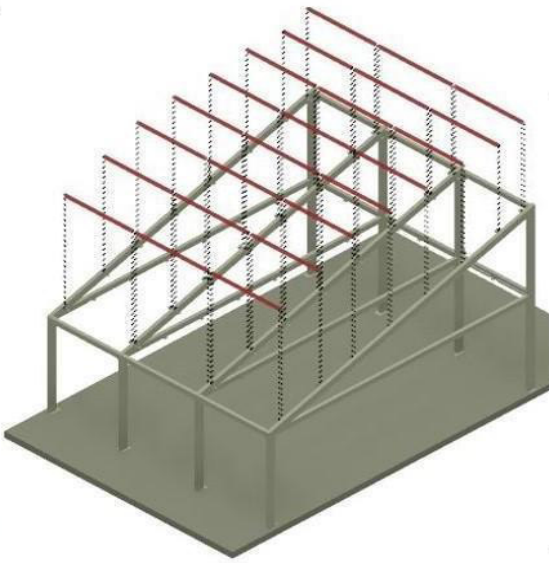
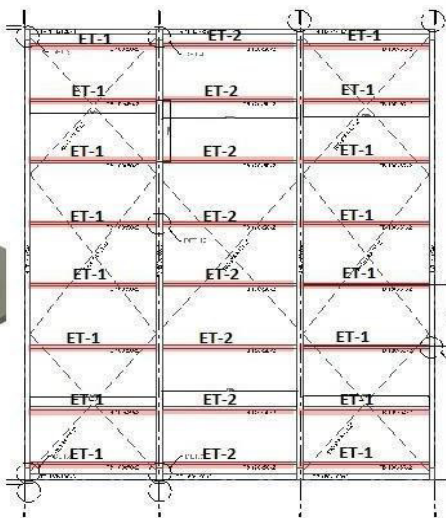
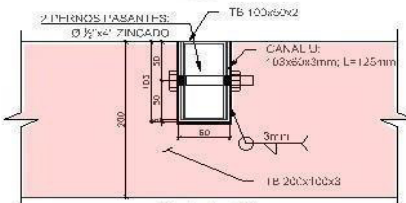
Fuente: Elaboración propia




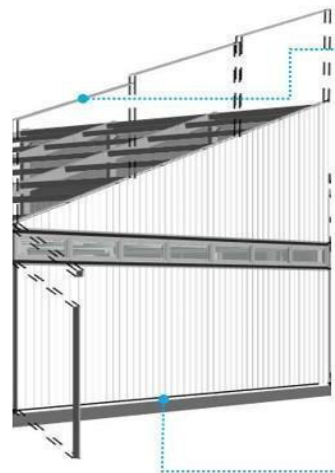
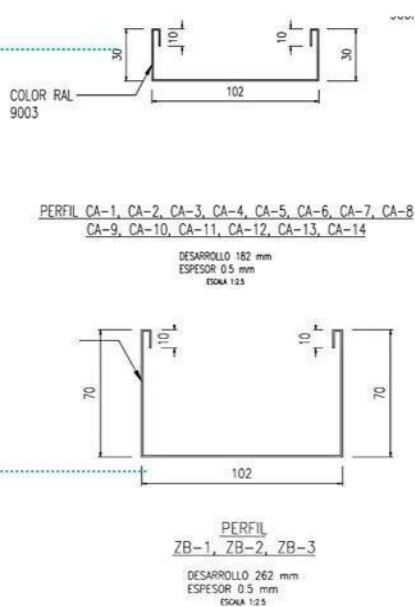

Fuente: Elaboración propia




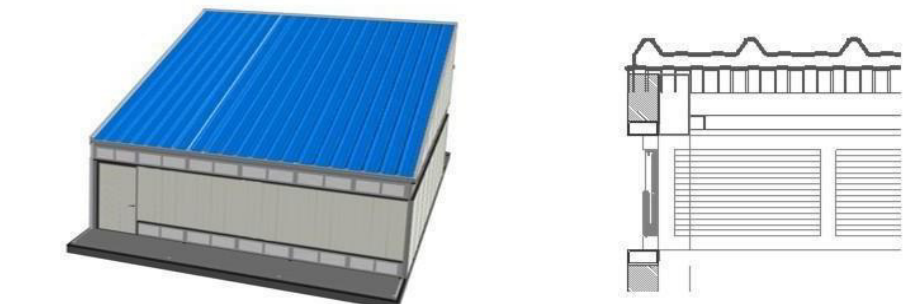
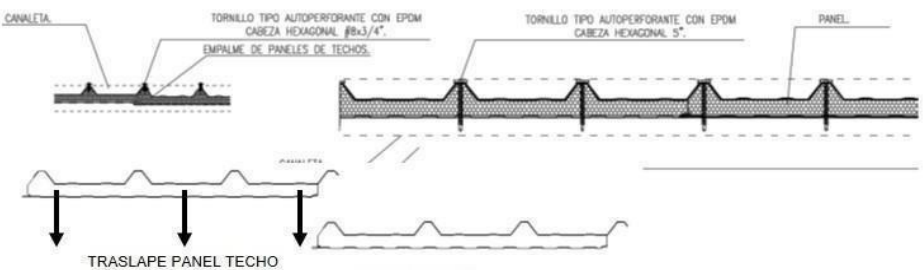
Fuente: Elaboración propia

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p> <p>ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO</p> <p>TESIS</p> <p>Metodología BIM y la optimización en la Construcción Modular en Establecimientos de Salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochiri: Implementación de mejora de procesos de construcción-2020</p>		
<p>MAESTRIA</p> <p>Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna0</p>	 <p>Detalle 10</p>	<p>INDICACION:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar las 4 vigas de amarre para los pórticos, con codificación EV-1, EV-2, EV-3 y EV-4. 2. Para Fijar las vigas al pórtico, se utilizaran tornillos de 4" x 1/2" y tuercas de 1/2" . 3. Se unen las vigas y los porticos con ángulos de embone de 89x194x3 mm. Ver detalle 10 plano de estructuras.
<p>PROYECTO</p> <p>Modulo Pre Fabricado para Zonas Alto andinas – Región Lima – Provincia de Huarochiri.</p>		
<p>AUTOR</p> <p>ROGER ANGEL ACOSTA BARTOLO</p>		


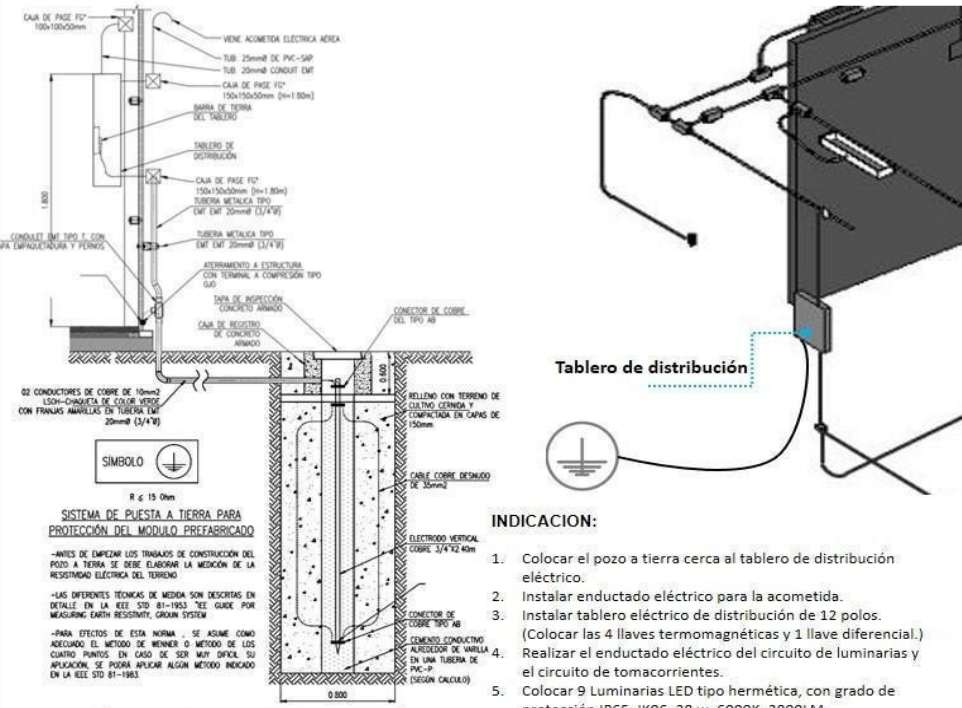
Fuente: Elaboración propia

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p> <p>ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO</p> <p>TESIS</p> <p>Metodología BIM y la optimización en la Construcción Modular en Establecimientos de Salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochiri: Implementación de mejora de procesos de construcción-2020</p>		
<p>MAESTRIA</p> <p>Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna0</p>		<p>INDICACION:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se debe tener en cuenta los accesorios de la parte inferior Zocalo (ZB-1, ZB-2 y ZB-3) y superior con código CA-1, CA-2, CA-3, CA-4, CA-5, CA-6, CA-7, CA-8, CA-9, CA-10, CA-11, CA-12, CA-13 y CA-14. 2. Estos accesorios del muro serán fijados con tornillo cabeza lenteja #8 x 3/4 " punta broca zincado...
<p>PROYECTO</p> <p>Modulo Pre Fabricado para Zonas Alto andinas – Región Lima – Provincia de Huarochiri.</p>		
<p>AUTOR</p> <p>ROGER ANGEL ACOSTA BARTOLO</p>		

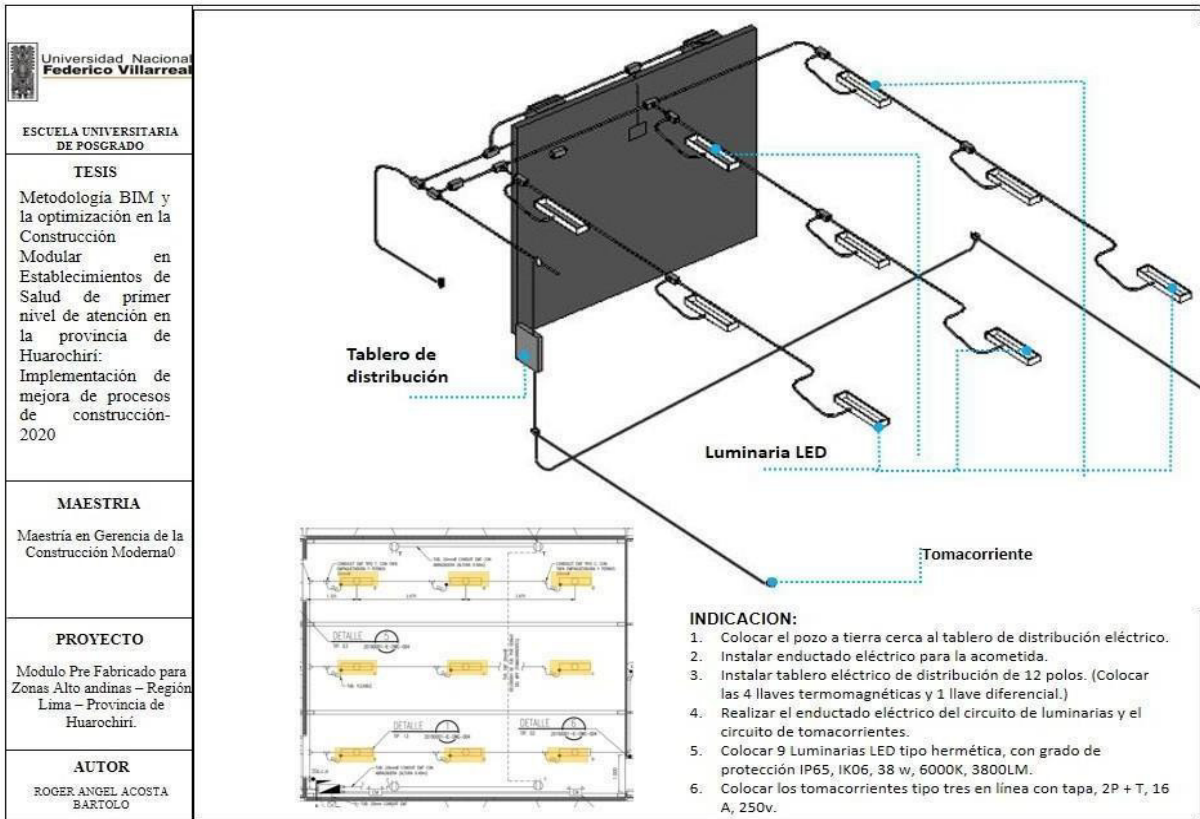
Fuente: Elaboración propia

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p>	<p style="text-align: center;">INSTALACION THERMOTECHEO- ZONA SALON</p>   <p style="text-align: center;">INDICACION:</p> <p>1. Se colocaran planchas de techo Thermoacustico con una pendiente de 31%, con un espesor de 50mm/100 mm, por debajo del encuentro de los paneles techo (como se muestra en el esquema) estan las viguetas de soporte con código ET-1. Serán fijados por la parte superior con Tornillo Auto perforante Cabeza Hexagonal #14 X 5" y serán colocados cada 25 cm .</p>
<p>ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO</p>	
<p>TESIS</p> <p>Metodología BIM y la optimización en la Construcción Modular en Establecimientos de Salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochiri: Implementación de mejora de procesos de construcción-2020</p>	
<p>MAESTRIA</p> <p>Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna0</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>Modulo Pre Fabricado para Zonas Alto andinas – Región Lima – Provincia de Huarochiri.</p>	
<p>AUTOR</p> <p>ROGER ANGEL ACOSTA BARTOLO</p>	

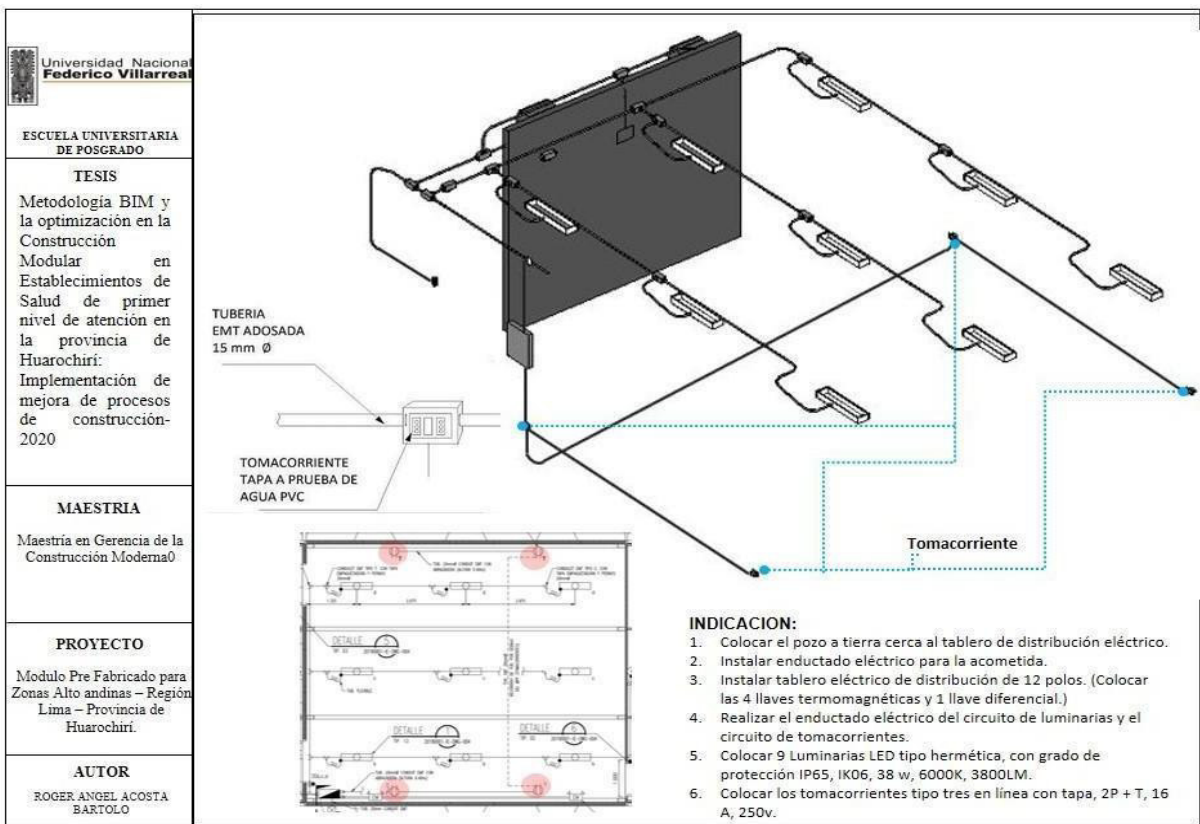
Fuente: Elaboración propia

 <p>Universidad Nacion Federico Villarreal</p>	 <p style="text-align: center;">INDICACION:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar el pozo a tierra cerca al tablero de distribución eléctrico. 2. Instalar enductado eléctrico para la acometida. 3. Instalar tablero eléctrico de distribución de 12 polos. (Colocar las 4 llaves termomagnéticas y 1 llave diferencial.) 4. Realizar el enductado eléctrico del circuito de luminarias y el circuito de tomacorrientes. 5. Colocar 9 Luminarias LED tipo hermética, con grado de protección IP65, IK06, 38 w, 6000K, 3800LM. 6. Colocar los tomacorrientes tipo tres en línea con tapa, 2P + T, 16 A, 250v.
<p>ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO</p>	
<p>TESIS</p> <p>Metodología BIM y la optimización en la Construcción Modular en Establecimientos de Salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochiri: Implementación de mejora de procesos de construcción-2020</p>	
<p>MAESTRIA</p> <p>Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna0</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>Modulo Pre Fabricado para Zonas Alto andinas – Región Lima – Provincia de Huarochiri.</p>	
<p>AUTOR</p> <p>ROGER ANGEL ACOSTA BARTOLO</p>	


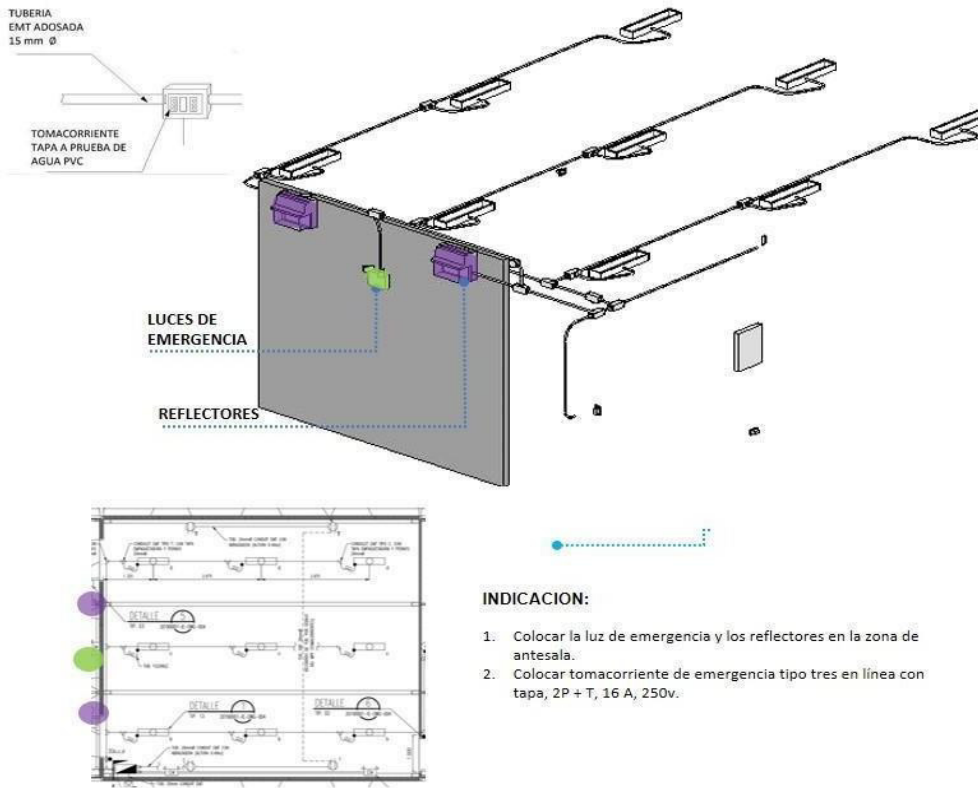
Fuente: Elaboración propia




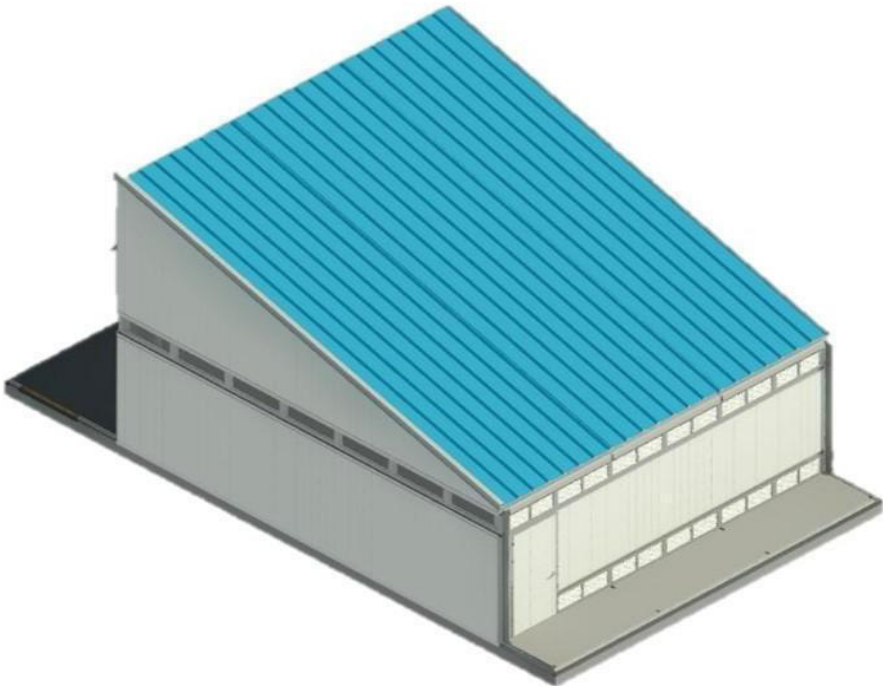
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p>	 <p>TUBERIA EMT ADOSADA 15 mm Ø</p> <p>TOMACORRIENTE TAPA A PRUEBA DE AGUA PVC</p> <p>LUCES DE EMERGENCIA</p> <p>REFLECTORES</p> <p>INDICACION:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar la luz de emergencia y los reflectores en la zona de antesala. 2. Colocar tomacorriente de emergencia tipo tres en línea con tapa, 2P + T, 16 A, 250v.
<p>ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO</p>	
<p>TESIS</p> <p>Metodología BIM y la optimización en la Construcción Modular en Establecimientos de Salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochiri: Implementación de mejora de procesos de construcción-2020</p>	
<p>MAESTRIA</p> <p>Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna0</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>Modulo Pre Fabricado para Zonas Alto andinas – Región Lima – Provincia de Huarochiri.</p>	
<p>AUTOR</p> <p>ROGER ANGEL ACOSTA BARTOLO</p>	

Fuente: Elaboración propia

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p>	
<p>ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO</p>	
<p>TESIS</p> <p>Metodología BIM y la optimización en la Construcción Modular en Establecimientos de Salud de primer nivel de atención en la provincia de Huarochiri: Implementación de mejora de procesos de construcción-2020</p>	
<p>MAESTRIA</p> <p>Maestría en Gerencia de la Construcción Moderna0</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>Modulo Pre Fabricado para Zonas Alto andinas – Región Lima – Provincia de Huarochiri.</p>	
<p>AUTOR</p> <p>ROGER ANGEL ACOSTA BARTOLO</p>	

Fuente: Elaboración propia

VIII. REFERENCIAS

- Ángel, Y. (2019). *Coordinación de un proyecto de edificación mediante metodologías BIM –Caso de estudio edificio TEQUENDAMA II – Permoda*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/23896>
- Arif, M. y Egby, C. (2010). Making a case for offsite construction in China. *Revista Engineering Construction and Architectural Management*, 17 (1), pp.536–548.
- Ascue, V. (2017). *Relación entre la Aplicación del Software BIM y la Producción de Proyectos en la Empresa Havym Arquitek – San Juan de Lurigancho- 2017*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/14925>
- Barco, D. (2018). *Guía para implementar y gestionar proyectos BIM (Costos SAC)*. Published.
- Bernard, P. (1983). *La construcción por componentes compatibles*. Editores Tecnicos Asociados, S. A.
- Blanco, M. (2018). *Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/16606>
- Blanco, F., Castro, J. M., Gayoso, R. y Santana, W. (2019). *Las claves de la Cuarta Revolución Industrial*. V. A. Llorenc Rubio.
- Brunch, J. (2017). The rise of Prefabricated Building. *Forbes*. Recuperado de www.forbes.com
- Chacón, D. y Cuervo, G. (2017). *Implementación de la Metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT*. [Tesis de pregrado, Universidad de Carabobo]. <http://hdl.handle.net/123456789/69523>

- Chang, M. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada a modular*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5970>
- Díaz, M. (2019). *Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/16606#:~:text=https%3A//hdl.handle.net/10983/16606>
- Espinoza, R. (2018). *Implementación de la tecnología Bim para mejorar la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto – Lima 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34705>
- Hernández, S. (2018). *Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12959>
- Lawson, M., Ogden, R. y Goodier, C. (2014). *Design in Modular Construction*. CRC Press.
- Miñin, F. (2018). *Implementación del BIM en el Edificio Multifamiliar “Fanning” para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38251>
- Nogués, J., Veneros, R., Dorta, N., Magdaleno, A., Vega, A. y Rúa, A. (2017). *Glosario de términos grupo de trabajo*.
- Rincón, D. y Niño, C. (2019). *Modelado de Proyecto de Infraestructura en Cuatro Dimensiones*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/23898>

Rogers, F. (2018). *BIM OR NO TO BIM*. ARQ Visión Arquitectura.

Sánchez, J. (2016). *Construcción Modular ligera Energéticamente Eficiente*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.40342>.

Smith, R. (2016). *Off-side and modular construction explained*. Retrieved from *Off - Site Constructioncouncil*. www.wbdg.org/resources/site-and-modular-construction-explained.

Tapia, G. (2018). *Primer estudio de nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12255>

Torres, Z. y Torres, H. (2014). *Administración de proyectos*. Grupo Editorial Patria.

Wadel, G., Avellaneda, J., y Cuchí, A. (2010). La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. *Informes de La Construcción*. 62(517), 37–51.

Anexo B: Instrumento de recolección de datos

**ENCUESTA PARA MEDIR LA VARIABLE DE APLICACIÓN DE LA
METODOLOGÍA BIM**

I. Datos:

Sexo: 1. () Varón 2. () Mujer

II. Encuesta:

Estimado Ing., lea con atención cada una de las preguntas, seleccione una y marque con X, en el casillero que corresponde:

Considere.

3. () Totalmente de acuerdo

3. () De acuerdo

2. () En desacuerdo

1- () Totalmente en desacuerdo

Nº	CRITERIOS A EVALUAR	1	2	3	4
	1º DIMENSIÓN: IMPLEMENTACIÓN				
1	Para la empresa, es importante implementar procesos y actividades con procedimientos.				
2	Para la empresa, es fundamental asignar claramente el personal con la formación adecuada en BIM.				
3	Para la empresa, es primordial brindar el equipamiento adecuado para el desarrollo de los software BIM y complementos.				

4	Para la empresa, es primordial la infraestructura,ordenadores y un ambiente de trabajo adecuado para el desarrollo de la implementación BIM.				
5	Con la implementación BIM define la estructura organizacional para establecer una estructura de responsabilidades, roles BIM y flujo de comunicación.				
6	La implementación BIM dota a la empresa dedocumentos, plantillas, librerías de objetos BIM y registros.				
	2º DIMENSIÓN: FASES				
7	La Fase de Inicio en la implementación BIM, es importante para el diagnóstico de la empresa.				
8	La Fase de Inicio en la implementación BIM, esfundamental para definir el alcance de la empresa.				
9	La Fase de Inicio en la implementación BIM, esprimordial para definir los recursos humanos actuales y futuros para el proyectó y la empresa.				
10	La Fase de Inicio en la implementación BIM, es importante tener un análisis y punto de partida enla empresa.				
11	La Fase de Seguimiento de la implementación BIM, sirve para realizar el control en lasactividades.				
12	La Fase de Seguimiento de la implementaciónBIM, se utiliza para realizar el monitoreo y garantías en las actividades del proyecto.				
13	En la Fase de Proyectos, se utilizan el recurso de la planificación e implantación de las actividadesdel proyecto.				
14	En la Fase de cierre, es importante la calibración de objetivos BIM en las partidas del proyecto				

3° DIMENSIÓN: PROCESOS					
15	Es importante el proceso de desarrollo para la implementación BIM.				
16	Considera importante considerar el proceso de desarrollo en la validación de construcción y diseño de gabinete.				
17	Considera importante considerar el proceso de desarrollo 3D, 4D, 5D y 6D.				
18	Es fundamental el proceso de Interoperabilidad para la implementación BIM en un proyecto de construcción modular.				
19	La interoperabilidad organizativa el intercambio de información.				
20	La unión de información con fuentes exógenas es importante para la implementación BIM en la interoperabilidad de sus procesos.				

**ENCUESTA PARA MEDIR LA VARIABLE DE OPTIMIZACION EN LA
CONSTRUCCION MODULAR**

I. Datos:

Sexo: 1. () Varón 2. () Mujer

II. Encuesta:

Estimado Ing., lea con atención cada una de las preguntas, seleccione una y marque con X, en el casillero que corresponde:

Considere.

4. () Totalmente de acuerdo
3. () De acuerdo
2. () En desacuerdo
1- () Totalmente en desacuerdo

N°	CRITERIOS A EVALUAR	1	2	3	4
	1° DIMENSIÓN: CONSTRUCCION MODULAR				
1	Para la empresa, es importante implementar formatos y procesos constructivos para la construcción modular.				
2	Para la empresa, es importante clasificar los tipos de construcción modular para optimizar tiempos de entrega.				
3	Para la empresa, es importante gestionar la logística nivel de stock de módulos de construcción modular tanto para alquiler y venta.				

2º DIMENSIÓN: CARACTERISTICAS DE OPTIMIZACION DE LA CONSTRUCCION MODULAR					
4	En la optimización de la construcción modular se reducen plazos.				
5	La optimización de la construcción modular tiene como característica la mejor gestión de costes.				
6	La reducción de desperdicios de materiales de obra es una característica ambiental importante en la construcción modular.				
7	El decrecimiento de las emisiones de CO2 es una característica medio ambiental importante en la construcción modular.				
8	La Fase de Seguimiento de la implementación BIM, sirve para realizar el control en las actividades.				
3º DIMENSION: PROCESOS DE LA CONSTRUCCION MODULAR					
9	Se optimiza la Fabricación modular cuando se realiza la construcción en la planta.				
10	Se optimiza la Fabricación modular cuando se realiza la fabricación de materiales en planta.				
11	Se comprueba las tolerancias dimensionales y el conjunto de especificaciones de los elementos que conforman las uniones entre los procesos de construcción de los módulos.				
12	Se reducen los impactos financieros de los combustibles empleados en los movimientos que van desde los proveedores de materias hasta la obra.				

13	Los módulos son trasladados, izados con una grúa y armados en obra según el calendario de actividades de la obra.				
14	El proceso de Montaje y construcción es donde se materializa en obra los procesos planteados.				
15	El proceso de Montaje y construcción se analizan los impactos de la energía utilizada por maquinaria y herramientas.				
16	El proceso de Mantenimiento aplica un tratamiento a los materiales para su conservación y sustitución parcial o total de del material durante 50 años.				
17	El proceso de Deconstrucción brinda una gestión en la demolición y residuos generados.				
18	El proceso de Deconstrucción a nivel estructural del módulo es importante la evaluación de vida útil del material.				

Anexo C: Ficha de Validación de instrumentos por juicio de expertos

- Validez del Instrumento 1

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: Díaz Fiol José Antonio
 I.2. Grado académico: Maestro
 I.3. Cargo e institución donde labora: Lobbyist
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Metodología BIM
 I.5. Autor(a) de Instrumento: El investigador
 I.6. Criterios de aplicabilidad:
- | | |
|--|-----------------------------------|
| a. De 01 a 09: (No válido, reformular) | d. De 16 a 17: (Válido, precisar) |
| b. De 10 a 12: (No válido, modificar) | e. De 18 a 20: (Válido aplicar) |
| c. De 13 a 15: (Válido, mejorar) | |

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy Bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

VALORACIÓN CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4): 20

VALORACIÓN CUALITATIVA: Excelente

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicar

Lima, 26 de marzo del 2021.



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: García Villadoma Belisario
- 1.2. Grado académico: Maestro
- 1.3. Cargo e institución donde labora: Masterplan
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Metodología BIM
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: El investigador
- 1.6. Criterios de aplicabilidad:
 - a. De 01 a 09: (No válido, reformular)
 - b. De 10 a 12: (No válido, modificar)
 - c. De 13 a 15: (Válido, mejorar)
 - d. De 16 a 17: (Válido, precisar)
 - e. De 18 a 20: (Válido aplicar)

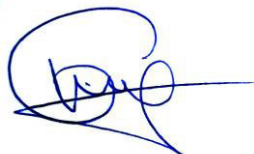
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy Bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

VALORACIÓN CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4): 20

VALORACIÓN CUALITATIVA: Excelente

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicar



Lima, 25 de marzo del 2021

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Validez del Instrumento 1

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Gonzales Zegarra Gerson Joseph Jorge
- 1.2. Grado académico: Maestro
- 1.3. Cargo e institución donde labora: UPN-Arquitecto
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Metodología BIM
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: El investigador
- 1.6. Criterios de aplicabilidad:
 - a. De 01 a 09: (No válido, reformular)
 - b. De 10 a 12: (No válido, modificar)
 - c. De 13 a 15: (Válido, mejorar)
 - d. De 16 a 17: (Válido, precisar)
 - e. De 18 a 20: (Válido aplicar)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy Bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

VALORACIÓN CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4): 20

VALORACIÓN CUALITATIVA: Excelente

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicar

Lima, 15 de febrero del 2021



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Confiabilidad: Se tomó una prueba piloto a 10 personas obteniendo el siguiente resultado:

Alfa de Cronbach	No de elementos
,889	18

El resultado refiere que la encuesta es confiable en un 89,9 %.

Validez: La prueba RIT señala que los valores son $> ,02$

Por lo tanto: La encuesta es válida y confiable.

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: García Villadoma Belisario
 1.2. Grado académico: Maestro
 1.3. Cargo e institución donde labora: Masterplan
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Optimización de la Construcción Modular
 1.5. Autor(a) de Instrumento: El investigador
 1.6. Criterios de aplicabilidad:
- | | |
|--|-----------------------------------|
| a. De 01 a 09: (No válido, reformular) | d. De 16 a 17: (Válido, precisar) |
| b. De 10 a 12: (No válido, modificar) | e. De 18 a 20: (Válido aplicar) |
| c. De 13 a 15: (Válido, mejorar) | |

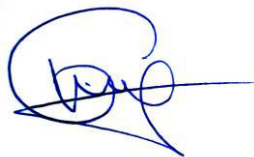
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy Bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

VALORACIÓN CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4): 20

VALORACIÓN CUALITATIVA: Excelente

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicar



Lima, 25 de marzo del 2021

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Validez del Instrumento 2

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Gonzales Zegarra Gerson Joseph Jorge
- 1.2. Grado académico: Maestro
- 1.3. Cargo e institución donde labora: UPN-Arquitecto
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Optimización de la Construcción Modular
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: El investigador
- 1.6. Criterios de aplicabilidad:
 - a. De 01 a 09: (No válido, reformular)
 - b. De 10 a 12: (No válido, modificar)
 - c. De 13 a 15: (Válido, mejorar)
 - d. De 16 a 17: (Válido, precisar)
 - e. De 18 a 20: (Válido aplicar)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy Bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					X

VALORACIÓN CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4): 20

VALORACIÓN CUALITATIVA: Excelente

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicar

Lima, 15 de febrero del 2021



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Confiabilidad: Se tomó una prueba piloto a 10 personas obteniendo el siguiente resultado:

Alfa de Cronbach	No de elementos
,891	18

El resultado refiere que la encuesta es confiable en un 89,8 %.

Validez: La prueba RIT señala que los valores son $> ,02$

Por lo tanto: La encuesta es válida y confiable.