



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE
LA CONSTRUCCIÓN**

Metodología BIM en la mejora de diseños de Proyectos Civiles en la
Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la
Construcción**

AUTOR:

Salas Roa, Josue Enrique (ORCID: 0000-0003-1687-782X)

ASESOR:

Dr. Visurraga Agüero, Joel Martin (ORCID: 0000-0002-0024-668X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de Empresas de la Construcción

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi amada Madre por su apoyo incondicional durante todas las etapas del desarrollo de mi vida

Agradecimiento

A Dios por permitirme seguir con mi crecimiento profesional, a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo y a mi Asesor por sus acertados lineamientos.

Índice de contenidos

	Página
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	57

Índice de tablas

	Pagina	
Tabla 1	Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente – Diseño de proyectos civiles	24
Tabla 2	Población de la Investigación	25
Tabla 3	Ficha técnica del Instrumento	26
Tabla 4	Validación del Instrumento de recolección de datos	27
Tabla 5	Medidas descriptivas del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica	29
Tabla 6	Medidas descriptivas del indicador: Detección de interferencias	30
Tabla 7	Medidas descriptivas del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario	32
Tabla 8	Prueba de normalidad del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica	34
Tabla 9	Prueba de normalidad del indicador: Detección de interferencias	34
Tabla 10	Prueba de normalidad del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario	35
Tabla 11	Prueba rangos	36
Tabla 12	Prueba Wilcoxon del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica	37
Tabla 13	Prueba Wilcoxon del indicador: Detección de interferencias	37
Tabla 14	Prueba Wilcoxon del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario	38

Índice de figuras

	Pagina
Figura 1 Histograma de la media de la Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica	30
Figura 2 Histograma de la media de la Detección de interferencias	31
Figura 3 Histograma de la media de Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario	32

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo general determinar de qué manera la metodología BIM mejora el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021. El tipo de investigación es aplicada, y de diseño experimental de la clase experimental puro. De igual manera se tiene como población a 50 observaciones e igual el número de muestras obtenidas mediante el muestro probabilístico de tipo aleatorio simple. La técnica usada para la recolección de datos es la observación y como instrumentos de recolección de datos es la guía de observación.

Se indica que con la implementación de la metodología BIM, mejora significativamente el diseño de proyectos civiles, demostrando que el indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica mejoró en un 45%, haciendo más rápido la obtención de planos de detalles, el indicador detección de interferencias mejoró en un 45%, teniendo mayor información para evitar sobrecostos, el indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario mejoró en un 74%, obteniendo menos errores al momento de diseñar, por lo que finalmente se concluyó que luego de aplicar la metodología BIM mejora significativamente el diseño de proyectos civiles.

Palabras clave: Metodología BIM, mejora de diseños, proyectos civiles

Abstract

The general objective of this thesis is to determine how the BIM methodology improves the design of Civil Projects in the company Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021. The type of research is applied, and of experimental design of the pure experimental class. In the same way, the population is 50 observations and the number of samples obtained through simple random probability sampling is equal. The technique used for data collection is observation and as data collection instruments it is the observation guide.

It is indicated that with the implementation of the BIM methodology, the design of civil projects significantly, demonstrating that the efficiency indicator in the development of technical documentation improved by 45%, making it faster to obtain detailed plans, the interference detection indicator improved by 45%, having more information to avoid cost overruns, the multidisciplinary collaborative work time indicator improved by 74%, obtaining fewer errors when designing, so it was finally concluded that after applying the BIM methodology the design improves of civil projects.

Keywords: BIM methodology, design improvement, civil projects,

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los procedimientos y materiales para la construcción no ha sufrido grandes transformaciones, se tiene el acero, concreto y madera como insumos más comunes debido al buen resultado dado en diferentes proyectos, de igual forma los procedimientos de encofrado para en concreto, armado de estructuras para el acero y la carpintería para la madera siguen siendo los típicos ya implantados. Este lento desarrollo de nuevos materiales y la realización de los mismos procedimientos constructivos nos encamina a desarrollar y usar nuevas metodologías para gestionar los proyectos, y dentro de estas nuevas es la aplicación de tecnología durante la fase de diseño de todos los proyectos con el propósito de anticiparnos a los errores. Según ASIDEK (2016) estima posterior al 2020 el mercado del BIM ira creciendo hasta en 12% en América de Norte, un 13% en la parte Europa y Asia y 11% en el resto del mundo.

En el Perú, la construcción viene creciendo de forma constante y rápida, convirtiéndola en una de las industrias muy dinámicas en cuanto a generar puestos de trabajo y crecimiento, este crecimiento hace dar por sentado que en el futuro habrán nuevos retos con proyectos más complicados por los requerimientos del mercado, solicitando que el diseño de los proyectos se concrete con más velocidad con la finalidad de iniciar su ejecución de estas, y por consiguiente no se toma en cuenta los inconvenientes que acontecen en la fase de creación. Los inconvenientes que surgen en la fase de construcción como falta de información en los planos, memorias descriptivas o memoria de cálculos, falta de descripción, incompatibilizarían de planos, interrupciones entre recursos, entre otros producen más grandes precios para el plan, así como agotamiento innecesario del equipo profesional, esto se debe a su escasa relación entre su fase de diseño y su fase de construcción, limitado el proceso de participación, planos insuficientes, ausencia y/o escasa de tipo de metodología organizada y planificada que posibilite conservar la información actualizada. Respecto a la implementación BIM en el Perú se tiene una proyección hasta el 2030, en lo cual inicia con estándares y requerimientos BIM elaborados hasta Julio del 2021, posteriormente en el 2025 se presente aplicar BIM

en proyectos del Gobierno Nacional y Gobiernos regionales, finalmente la utilización del BIM al 100% será para Julio del 2030.

El mayor problema del diseño de proyectos civiles es la forma en la cual se elabora la documentación técnica, esta documentación conformada principalmente por planos, memoras descriptivas y cálculos de presupuestos aún se desarrollan bajo un método de trabajo tradicional en el que cada especialista desarrolla parte del proyecto de forma independiente y sin interacción con las demás especialidades, lo cual hace que existan bastantes errores de diseño ya que cada especialista tiene un criterio diferente de acuerdo a su experiencia. Las nuevas metodologías de trabajo nos alinean a trabajar en un entorno colaborativo en donde la elaboración del diseño del proyecto sea elaborada en tiempo real; este trabajo colaborativo consiste que todos los involucrados del proyecto visualicen la concepción, el desarrollo y la culminación del proyecto y puedan aportar opiniones u observaciones en el transcurso de este para evitar modificaciones futuras a la hora de ejecutar la obra, según ASIDEK (2016), indica que la aplicación de la metodología BIM ha aumentado su capacidad de participación en el proceso de diseño en un 85 %, a su vez la producción de mejor documentación para la construcción tiene una eficiencia de 90%, de igual manera se ha mejorado la planificar la construcción en un 70%, finalmente la habilidad para entender el diseño ha aumentado en un 91%.

El origen del problema del diseño de proyectos civiles se da por un miedo al cambio y evitar salir de la zona confort en el cual vienen trabajando muchos profesionales durante años, ahora esta es una nueva etapa como ya la pasaron profesionales mayores en donde la elaboración de la documentación técnica era echa a mano con lápiz de carbón y estilógrafos en láminas de papel semitransparente; posteriormente con la llegada de la tecnología se pasó a un desarrollo computarizado CAD en dos dimensiones y ahora a un desarrollo computarizado en tres dimensiones con realidad virtual. En la Empresa FORNAX PROEYCTOS Y CONSTRUCCION S.A.C. se ha visto un déficit en la coordinación de profesionales, haciendo esto cometer errores a la hora de diseñar los nuevos

proyectos, estos errores se conceptualizan a futuras pérdidas económicas y tiempo para quien ejecuten la construcción.

Teniendo en cuenta la realidad de nuestro problema, se ha formulado que. Con respecto a nuestro problema general se hizo la siguiente interrogante, ¿De qué manera la metodología BIM mejora el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?

Con respecto a los problemas específicos se tiene a continuación: ¿De qué manera la metodología BIM mejora la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?, ¿De qué manera la metodología BIM mejora la detección de interferencias en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?, ¿De qué manera la metodología BIM mejora el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?

Los elementos que incentivaron la creación de la esta investigación son: la justificación epistemológica, que corresponde a que la investigación estudia la validez del conocimiento por lo tanto se recopila información histórica de estudios pasados para que con ello se construya un nuevo conocimiento.

La justificación teórica, alude que lo referente a la información recopilada servirá como argumento y conocimiento al objeto investigado, y como fundamental de estudio la Metodología BIM, Diseño de proyectos civiles y los sub temas generando concordancia.

La justificación práctica, afirma que esta es cuando se realiza medios o estrategias que siendo puestas en la realidad servirá como solución a un problema, es por ello que para resolver o contribuir a una solución no solo servirá con la recopilación de datos sino más bien con instrumentos que validen el estudio

La justificación metodológica, alude a los métodos elegidos para la investigación, lo que representara el aporte con relación a investigaciones pasadas,

para lo cual se aplicara guías de observación para determinar la información correcta.

Además, esta investigación tiene como finalidad alcanzar determinados objetivos, los cuales fueron planteados a partir del problema, por lo tanto, se formula lo siguiente en función al objetivo general, determinar de qué manera la metodología BIM mejora el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

Del mismo modo se indican nuestros objetivos específicos: Determinar de qué manera la metodología BIM mejora la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021, Determinar de qué manera la metodología BIM mejora la detección de interferencias en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021, Determinar de qué manera la metodología BIM mejora el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

Por otro lado, sobre los resultados que se obtendrán se ha presentado suposiciones. En cuanto a la hipótesis general la investigación se tiene: La metodología BIM mejora significativamente el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

De igual forma a las hipótesis específicas, se indican a continuación: La metodología BIM mejora significativamente la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021, La metodología BIM mejora significativamente la detección de interferencias en el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021, La metodología BIM mejora significativamente el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

II. MARCO TEÓRICO.

Con el propósito de apoyar la presente investigación se han recolectado estudios previos de índole nacional e internacional los cuales hacen mención a la importancia de la Metodología BIM en el diseño de proyectos Civiles. Es así que tenemos, como antecedente nacional a Cabezas *et al.* (2019), Cuya investigación se denomina: *Uso de la metodología BIM para la mejora del Proyecto de Habilitación Urbana, San Antonio de Pachacamac, Etapa 7 – Manchay* que tiene como finalidad implementar metodologías de trabajo colaborativo para la administración de diferentes proyectos referente a habilitaciones urbanas de la compañía la Fortaleza, mediante el modelado del proyecto final y que suman una numerosa cantidad de datos que ayudan a controlar los recursos que son parte de la infraestructura a lo largo de todo el periodo de vida del plan, que obtuvo como resultados una mejora del 30% y por nuestra parte una mejora del 54.7%.

Por su parte Ríos (2019), en su trabajo: *Implementación de la tecnología BIM en la etapa de diseño en una empresa constructora inmobiliaria*, tiene como fin por medio del estudio de una de estas, referente a la administración de cartera de proyectos, teniendo así una moderna cultura y métodos más novedosos, los cuales nos demuestran que, al realizar una inversión en la metodología, podremos reducir sus costos innecesarios al momento de realizar la ejecución y por lo que se obtendrán una mayor eficacia en las demás superficies de soporte del plan.

Asimismo, Méndez (2019), Que en su trabajo de investigación fue: *Implementación de modelos BIM en programa mantenimiento de infraestructura hospitalaria Villa El Salvador 2018*. La cual tuvo como finalidad implementar la herramienta BIM en lo que es en la operación preventivo y mantenimiento en el Hospital Nivel I. también busca obtener el estado de la edificación mediante el moderno método BIM.

En cuanto a Millasaky (2018), Con su investigación denominada: *Cuantificación de los beneficios económicos de subcontratar servicios BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño para proyectos de edificaciones en*

Lima Metropolitana. Que tuvo por finalidad realizar una comparación en el aspecto económico entre 4 proyectos de inmuebles para casas, de los cuales 2 que fueron realizados de la forma típica contra otros 2 que han fueron realizar dos adquiriendo los servicios BIM de un profesional en la fase de diseño para reducir incompatibilidades.

Asimismo, Díaz (2019) con su investigación: *Gestión de proyectos utilizando herramientas de la Metodología BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura*. Que tuvo como objetivo implantar la metodología de gestión con herramientas BIM en la fase de inicio del proyecto que es la etapa de diseño.

Finalmente, respecto a antecedentes internacionales se tiene a: Eliash (2015). Cuyo título de investigación fue: *Entendiendo el uso de BIM en los procesos de diseño y coordinación de especialidades en Chile*. En este estudio, se hacen el uso de 28 indicadores BIM, en donde 19 son de uso, 7 de diseño de infraestructura y 2 de diseño de impacto. Estos indicadores se aplicaron a una muestra de 20 organizaciones correspondientes a la idea BIM Forum Chile.

Para Cerón y Liévano (2017), Cuyo título de investigación fue: *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un Proyecto*. Que tiene como finalidad crear una estrategia de trabajo colaborativo bajo la metodología BIM en una organización en una de las obras de la localidad de Bogotá, usando procedimientos estandarizados de forma digital para aumentar la vida de un plan.

Por su parte Bosdriesz (2018), Cuyo título de investigación fue: *Hacia una arquitectura de referencia para la integración BIM (Building Information Model) en la industria de la construcción*. Que presenta como objetivo facilitar la construcción en arquitectura con un método digital ya que el método BIM ha mostrado varios beneficios además de apoyar la transformación y la transición digital hacia la industria inteligente, que obtuvo como resultados satisfactorios de 91.30% con respecto a la eficiencia de documentación.

Para Norberg y Brantitsa (2018), Cuyo título de investigación fue: *“Implementación BIM en la Fase de Producción del Proceso de Construcción”*. Que

tiene como objetivo examinar cuál es la implementación en el modelo BIM en diferentes proyectos de construcción dentro de una empresa sueca. Así como conocer el enfoque de la actitud que tienen dentro de los equipos administrativos del sitio. Que en su estudio tubo como resultados un promedio de mejora del 49.5 % con la implementación de la metodología BIM

Por otro lado, Almonacid *et al.* (2015) Cuyo título de investigación fue *“Propuesta De Metodología Para La Implementación De La Tecnología BIM En La Empresa Constructora E Inmobiliaria “Ij Proyecta”*. El cual tuvo como objetivo plantear mejoras en el uso de la metodología BIM el cual se encuentra implementado en los proyectos de construcciones el cual desarrolla la empresa inmobiliaria IJ proyecta. También busco mostrar un diagnóstico y la mostrar la situación actual del BIM implementado, con la cual obtuvo como resultados un ahorro significativo cercano al 57% con relación a lo que se invierte en la implementación BIM hacia la empresa.

Por su parte Ybañez (2018) Cuyo título de investigación fue: *“BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima 2018”* que tuvo como objetivo definir cuál es la forma en el cual BIM optimizaría las etapas de los diseños en una construcción ubicada en el distrito de Villa el Salvador en Lima Perú 2018, también realizo la identificación de la variedad de incompatibilidades que hay durante la etapa del diseño en una construcción y que obtuvo como resultados que la metodología BIM es 263% más eficiente que el método convencional, y que la cantidad de interferencias detectadas supone un ahorro económico del 3.01 % del presupuesto contractual de la obra, siendo este 3.01% a S/ 104,476.84 soles.

Por otra parte, Ramos (2019) Cuyo título de investigación fue *“Eficiencia de la metodología BIM a través de la Simulación 4d, 5d en el control de tiempos y Costos para la obra mejoramiento del servicio De seguridad ciudadana en el distrito de Puno, 2017-2018”*, El cual tuvo como objetivo realizar una evaluación de qué manera influyen las aplicaciones del BIM 4D y 5D en los procesos constructivos de

las obras de edificación en sus efectos en el tiempo y el costo de la ejecución en el proyecto.

Por su parte, Martínez (2019) Cuyo título de investigación fue “*Propuesta De Una Metodología Para Implementar Las Tecnologías Vdc/Bim En La Etapa De Diseño De Los Proyectos De Edificación*”, El cual tuvo como objetivo realizar una proposición para la implementación de las nuevas tecnologías BIM/VDC en la fase de diseño en los proyectos para construcción como también mostrar las situaciones actuales de la adopción de la tecnología BIM en Perú.

La presente investigación toma como base las siguientes teorías, Teoría Crítica de la Tecnología. En la cual Tula y Giuliano (2015) indican que presenta elementos analíticos para pensar el diseño, entendiéndolo como el proceso de ofrecer origen y forma a aparatos y sistemas técnicos, de adaptarlos a sus fines, especificaciones y limitaciones.

Liyuan Wang (2018) La tecnología BIM, que cuenta con visualización 3D, se puede utilizar para comprobar las interferencias tempranas. Luego, puede optimizar los diseños de trabajo, los espacios netos y los diseños de tuberías. También puede reducir posibles errores pérdida y retrabajos en la etapa de construcción. Mediante el esquema de canalización optimizado para interferencias 3D, Los constructores pueden realizar gestiones de obra y simulaciones para mejorar las calidades de construcción y capacidad de comunicación con el propietario.

Además, otra de las teorías a que abalan esta investigación es la Teoría de las restricciones, la cual según Marulanda *et al.* (2016) indica que esta brinda soluciones sencillas a los puntos crítico y que la teoría de las limitaciones es ver el sistema como un todo, siendo plenamente conscientes de que una organización, una planta de producción, y almacén, una cadena de abastecimiento, etc. Es en verdad una secuencia de eslabones poderosamente entre sí. Aun cuando esto logre parecer evidente, a menudo en la práctica se tiene que gestionan las distintas piezas del sistema como si fueran muchísimo más independientes.

De igual forma, se tiene la teoría del conocimiento, respecto a Moncada (2020) manifiesta que es una rama de la filosofía, centrada específicamente en el estudio del conocimiento humano y dependerá de la perspectiva académica específica de la persona y su disposición para crear ideas frente a la realidad que le permiten generar ventaja de las situaciones posibles que se enfrente.

Además, se cuenta que La teoría del cambio, de acuerdo con Casseti y Paredes (2019) indica que se desarrolló al principio originalmente como un instrumento para apoyar la planificación y la evaluación de intervenciones, y tiene como fin reconocer los mecanismos no explícitos a través de los que se espera lograr. La teoría se puede ver de dos ámbitos, una como herramienta para la planificación y otro como una forma de juntar datos.

Se cuenta con la teoría del diseño, que según Marín y Cuartas (2014) que es una descripción detallada de cómo una idea plasmada en modelo se pone en práctica a un objeto concreto para un bien, mientras tanto para el diseño de servicios son básicamente acciones realizadas por personas con el propósito de tomar decisiones.

Por otro lado, se tiene la teoría de proyectos, respecto a Borille *et al.* (2020) indica que esta corresponde a la colaboración de actores con el propósito de generar un bien o servicios desarrollado en un determinado espacio y tiempo

En relación a la variable independiente la Metodología BIM, podemos definirla como la utilización de una representación digital compartida (modelo de información), construido para facilitar el diseño, creación y operación, y proveer una base confiable para la toma de decisiones. Instituye que la participación entre los competidores relacionados en proyectos de creación y en la administración de activos es sustancial para realizar el desarrollo y operación de los mismos de forma eficiente (ISO 19650, 2019).

Por otro lado, según EUBIM (2016) indica que BIM está comprendido dentro de un modelo digital de una propuesta de construcción, operación y mantenimiento de

activos ricos en datos. Une tecnologías, datos de mejoras en los procesos e información digital con el objetivo de enriquecer extremadamente los objetivos de los consumidores y de los nuevos proyectos. BIM es una nueva forma de trabajar que sirve para mejorar la adaptación de elecciones tanto a los inmuebles como a las infraestructuras privada y públicas durante todo su periodo de vida.

De igual forma, BIM es una metodología donde las actividades se realizan de forma colaborativa y para ello se utiliza herramientas informáticas con el propósito de gestionar la información del proyecto que puede ser obra civil, edificación, obras hidráulicas entre otras, esto por medio de una numerosa cantidad de datos que ayudan a diseñar y crear un modelo de 3 dimensiones más inteligente. (RM-242-2019-VIVIENDA).

Por otro lado, el MEF (2020) indica que se puede indicar que la Metodología BIM es un nuevo proceso de gestión de la información, concatenadas con las especialidades como estructuras, instalaciones eléctricas o instalaciones sanitarias como principales pares el proyecto.

Asimismo, la Metodología BIM busca la máxima eficiencia al desarrollar los proyectos y a la hora de ejecución permite un seguimiento constante haciendo un trabajo de manera colaborativa e incorporada, permite coordinar entre diferentes actores partícipes del proyecto, toda aquella organización que desee impulsar la metodología deberá identificar primero sus capacidades según BIIM Fórum Chile (2017). Por otro lado, Bedrick *et al.* (2020) indica que un modelado de información de construcción contiene información acerca del proyecto o estructura en forma de gráficos 3D. representaciones de elementos como ventanas, puertas, y/o elementos estructurales como columnas o vigas que se pueden asociar con información sobre otras características. Es posible que lo representado gráficamente de un elemento, tomado solo, sugiera que una mayor precisión.

Asimismo Según Castro (2020) menciona que antes de iniciar el diseño de todo proyecto de construcción bajo la Metodología BIM se debe realizar un Plan de trabajo, este se denomina Plan de Ejecución BIM o en ingles BEP, este documento

permite asegurar que todos los alcances del proyectos estén correctamente plasmados y todos los miembros del proyecto estén orientado los objetivos, por más que el proyecto sea desarrollado por una persona debe de realizarse el BEP para que cuando este sea derivado a los ejecutores, estos consideres todos los detalles del proyecto y las dudas no sean motivos de retrasos. Así mismo, Para Álvarez y Ripoll-Meyer (2020) el sector privado o público es recomendable el desarrollo de un BEP donde contenga como mínimo los procesos que tomara el proyecto, lo recursos que demandar la ejecución, la herramientas utilizadas entre otras cosas necesarias para lograr el objetivo general del proyecto, un ejemplo para iniciar la licitación de un proyecto es el BEP de oferta donde se plasmara el objetivo y usos del BIM, es decir un alcance general del proyecto, posteriormente en el BEP definitivo se completa la información.

En referencia a la Variable dependiente diseño de proyectos civiles, Medina (2020) indica el diseño de un proyecto es la etapa donde se forma las ideas y conceptos planeado. Pero también se lleva tiempo de la cual se organiza mediante Fases, y se podrá así ver el tiempo de cada una de estas fases teniendo como referencia la fecha de entrega del proyecto. En la fase de corrección y cambio entra lo que es los ajustes, cambios de los bocetos en caso de requerirlos y que para el diseño de los proyectos se hace el uso de software de modelado 3D, donde a la vez los archivos CAD pueden ser exportados e importados de otros softwares, ya que siendo un sistema de trabajo colaborativo estos programas están hechos para vincularse. Además, esta vinculación se pueden fusionar especialidades para evaluar las interacciones entre 2 o más especialidades.

De igual forma Spiering *et al.* (2020) indica que uno de los alcances más importantes que se quiere lograr con la adopción de BIM está referida con la representación gráfica, la utilización de BIM para el diseño y no como metodología brinda regular beneficio sobre el proyecto. En su mayoría el uso esta dado para el modelado, sin aplicar sistemas de colaboración. Los que están iniciando el trabajo bajo esta metodología deben entender que no es solo el dibujo de los planos, más bien es la forma de gestionar la información rica en datos. Así mismo Almeida (2020)

indica que los modelos BIM en sus mayorías son mejorables aplicando un nivel de detalle más alto en los planos, los LOD's son las escalas de medida de los niveles de detalle del diseño, si bien Autodesk Revit tiene por defecto modelos, pero estos se pueden mejorar generando estimaciones más a detalle y con ello evita sobrecostos. Por otro lado Moreno (2020) Menciona que generalmente, el modelado de información de construcción el cual es generado en el proyecto de construcción es posible que forme parte de la documentación que se exigen dentro de las condiciones generales basado en la idea de la implementación del modelo BIM acompañado de los modelos en 3D es la cooperación de los miembros que forman parte en la ejecución de una obra, relacionado a proyectistas y promotores contractualmente por intermedio del modelado BIM.

De igual forma Porras (2015) En un plan de construcción lo gastos que son involucrados en su diseño, en toda la construcción y la respectiva ejecución dan un resultado alto, debido al concepto a los elevados costos de sus insumos, la documentación requerida al alcance de los proyectos de edificación, los costos los cuales están involucrados en el diseño. Por todas estas circunstancias, por ello tiene una mayor relevancia hacer una gestión eficiente sobre los costos en todas las fases de un proyecto el cual posibilita reducir la perdida asociada al mismo. Así mismo Contreras *et al.* (2018) Las adecuadas prácticas de una buena dirección de proyectos en el modelado de información de la construcción (BIM) han tomado mayor relevancia en la actualidad mostrando ser una de las estrategias más eficientes para una buena gestión en los proyectos, todo esto fue descrito por el instituto de manejo de proyectos con sus siglas en inglés (PIM). Esto conlleva a una mayor eficiencia en los desarrollos de las documentaciones técnicas y en todos sus respectivos procesos.

De igual manera para Souza (2019) BIM es el acrónimo que cada vez es más usado y común entre los profesionales dirigidos a los proyectos de edificaciones. La mayoría de los profesionales de gabinete hacen una migración a este nuevo sistema en el cual está representando digitalmente todas las propiedades principales de una edificación como lo es un edificio u otra edificación

,implementando la variada información sobre los presentes componentes de un proyecto y a través del software BIM y sus componentes, existe la posibilidad de crear y hacer modelados virtuales con mayor precisión, obteniendo un mayor y mejor control del costo e incrementando la del desarrollo. También existe la posibilidad de simular por completo un edificio, viendo el completo comportamiento y antes del comienzo de la construcción, y haciendo la entrega del soporte al desarrollo de todas las fases, incluyendo una vez ya culminado o durante el desarrollo del proyecto.

Asimismo, Wong (2018) nos dice que BIM es la disposición reciente que se alza en el rubro de la construcción el cual incluye las necesidades en las eficiencias energéticas en las construcciones con las tecnologías disponibles para el optimizado proceso de la construcción. La nueva tecnología (BIM) es una de las herramientas que se utilizan para colaborar en la industria de proyectos y construcciones, con la mejora en la percepción medioambiental y económico. Las edificaciones realizadas con BIM van más allá de lo convencional y en todo su proceso haciendo más eficiente en costos y el ahorro de tiempo gracias a la ayuda de sus múltiples herramientas incorporados en ella.

Por otro lado, Construction Global magazine (2020) menciona que de una manera más precisa y eficiente este proceso nos permite realizar una vinculación entre el sitio y la oficina, realizando una inspección instantánea del estado del proyecto, coliga el lugar del proyecto y el trabajo de oficina. En caso exista un replanteo necesario en la edificación, los datos obtenidos en campo se añaden en el gabinete en el modelo de la documentación y existe la posibilidad de poder enviar los datos de manera directa al equipo el cual es la estación total y en el mismo lugar. Este es uno de los equipos con la capacidad que, una vez en coordinación del replanteo respectivo de una gran cantidad de información las comparte de manera robótica, el cual elimina una necesidad de generar los puntos del replanteo en el software CAD 2D o en un papel de dibujo.

Finalmente, Según Cubix (2017) BIM hace compatible con todos los componentes esenciales en la entrega de un proyecto, desde un plan realizado, los

diseños, los costos y los mantenimientos de los activos por intermedio de la virtualización incorporada. Esto facilita la entrega respectiva de un proyecto con mayor precisión, velocidad, visualización y transparencia. Para obtener este logro, se desarrolló un buen nivel en las habilidades y los conocimientos por intermedio de un marco formal y sólido. Este marco sólido alega las necesidades de los enfoques eficaces e integrados para las ejecuciones de los proyectos que harán una transformación en la práctica de la industria de la construcción y edificación.

La variable Diseño de proyectos civiles será medida por los siguientes indicadores: eficiencia en el desarrollo de documentación técnica, detección de interferencias y tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario de lo cual se detalla a continuación.

Para Souza (2021). El Diseño para Fabricación es un enfoque en la combinación de dos metodologías; una es donde se realiza el diseño para su fabricación y la siguiente donde se realiza el diseño para su montaje. Lo cual quiere decir que, desde la primera etapa de creación, se han tomado precauciones para evitar problemas que podrían existir al momento de la construcción.

Asu vez Poma y Poma (2020) indica que la nueva metodología BIM es la herramienta de la toma de decisiones transparentes, por la eficiencia y la confiabilidad, puesto que es garantizado en la calidad y eficiencia en cuanto a la entrega de información en la inversión. Es aplicable su uso en edificaciones en inversiones o infraestructura en todas las fases de su Formulación y su Evaluación, Funcionamiento y Ejecución, que sirve para realizar el mejorado y la optimización de la ejecución en las inversiones públicas. Ya que la metodología BIM es un grupo de tecnologías, metodologías, y un estándar que nos permite, diseñarla, construirla, operarla y mantenerla a la infraestructura o construcción de manera colaborativa en el espacio virtual. Se determinó que con la diferencia (8.84%) entre el desarrollo a través de la Metodología tradicional (100.00%) y el desarrollo con la Metodología del modelado de BIM (91.16%), se ha determinado que la metodología BIM si incide en la optimización de costo del presupuesto.

Asimismo, con la metodología BIM se hace el uso de nuevas herramientas informáticas en la administración de infraestructura, nueva inversión en construcciones a por medio una base de datos gráficos el cual logra la creación de un modelo inteligente 3D a una infraestructura o edificación, que también además de ser la muestra gráfica en tres dimensiones, incluyen las informaciones no gráficas, como las especificaciones técnicas, el estado del avance. Por otro lado, Según Xun (2017) Tanto los Modelados de las informaciones en los proyectos (BIM) también la iniciación Lean ambos tienen una implementación significativa en las eficiencias y las efectividades durante las etapas de ejecución de un proyecto, en todo el rubro de la construcción. BIM tiene la aceptación amplia en el desarrollo de un proyecto porque es posible usar como una herramienta para reducir los costos y el tiempo en su desarrollo; disminuir de gran manera el tiempo y las óptimas secuencias de la construcción, mejorando las coordinaciones entre los equipos del proyecto; suministros en las plataformas de las disciplinas diferentes; etc. Esto se desarrolla validando BIM el cual es posible usar como una herramienta para conseguir y mejorar su productividad en todo el desarrollo del proyecto.

Así mismo Hermoso *et al.* (2019) indica que se requiere de los conocimientos y formaciones en la tecnología asociada a la nueva herramienta de diseños y sus objetivos son obtener la mayor eficiencia en las inversiones en infraestructura reduciendo el riesgo y las incertidumbres con unos incrementos de la calidad. Si bien es el uso de esta metodología encuentra esencialmente unos incrementos de la eficacia para la inversión pública, añadiendo a esto son más los efectos que dan los veneficios que su implementación. El Building Information Modeling - BIM es una de las metodologías de trabajo basadas en las digitalizaciones y en las colaboraciones entre los agentes en el total de vida de la edificación. Entre ellos destacan las mejoras de las gestiones documentales de un proyecto, de los mantenimientos en un largo plazo de todas las instalaciones y de su formación del operario y de todo el resto de sus agentes que intervienen en sus diferentes fases del proyecto.

Así mismo Lozano *et al.* (2018) menciona que los interés públicos derivados de la implantación de la nueva metodología BIM empleada a las contrataciones públicas se fundamenten en la necesidades de tener una buena herramienta el cual nos permita una mejora en el control del Proyecto, de las gestiones los seguimientos y los controles del proyecto y con particularidad el plazo y coste que se van realizando, lo que repercute en el ahorro del mismo, dando resultado que se obtienen al contemplarlos en todo la vida del proyecto de construcción y se va a suponer un incremento y mejora de su eficiencia y eficacia de las gestiones de todo los proyectos públicos de construcción o dicha obra civil implementando sus instalaciones intrínsecamente proyectados sus explotaciones y sostenibilidades y más eficaces mantenimientos y una mejor conservación.

De igual manera según Deng *et al.* (2019) indica que las capacidades avanzadas de visión espacial y los conocimientos de la técnica de la ingeniería gráfica y sus visualizaciones de los proyectos en tres dimensiones, mediante las aplicaciones de los diseños asistidos por su ordenador Autodesk (Revit, Navisworks), en los entornos colaborativos de (BIM), para las construcciones de una edificación en general(convencionales) e industriales. Esto incluyendo los modulados estructurales, constructivos y de las instalaciones que tienen una mejora de un 85% con los entornos colaborativos, modulando los proyectos de los entornos colaborativos a los asociados a los específicos programas constructivos de instalaciones y encontrando así la mayor eficiencia. Incluyendo los tratamientos de los datos topográficos, los modelados y de las construcciones en civil (civil 3D). recuperaciones y rehabilitaciones de los edificios. permitiéndolos avanzar en el (4D), mediante el entorno colaborativo con los programas de planificaciones (Project)y lase simulaciones constructivas reales.

Para detección de interferencias Porras (2015) menciona que Una de las impresiones que tiene mayor relevancia en cuanto al uso de la metodología BIM, son los cálculos presupuestarios de una obra, ya que en ello se realiza la detección de interferencias e incoherencias, las cuales son situaciones que andan afectando en gran magnitud las precisiones de los presupuestos del proyecto. En las etapas

de las elaboraciones de los proyectos y los análisis de los modelados existe la posibilidad de realizar modificaciones a todos los diseños de los casos en estudio, los cuales son necesarios para ejecutar de manera correcta todas las fases del proyecto en construcción, las cuales generan también el impacto en la precisión de los costos en la edificación.

Por otro lado, Según Molina *et al.* (2019) indica que, en el cronograma de costos, información y materiales de la documentación, los cuales se encuentran dentro de un proyecto, todo esto con un veneficio por la implementación y aplicación de la metodología BIM. Con las modelaciones en tres dimensiones hace posible la detección de interferencias entre sus especialidades, reduciendo los errores de un diseño los cuales son traducidos en reducción de pérdidas de los materiales o un mal gasto en la mano de obra.

Así mismo como menciona Coloma (2019) que, como tradición, por intermedio de la definición de protocolos normativas y estándares fueron cubiertos los retos de la colaboración. El cual se considera en la documentación respectiva que en la actualidad se dan el uso común como la ejecución de BIM, Planificación con una idea que los acuerdos o la vinculación contractual referente a esta documentación nos garantice la correcta ejecución del proyecto. Pero con la continuidad del tiempo se ve que, aun cuando se desarrolla este tipo de documentos y la visualización de ciertos parámetros comunes nos da un resultado exitoso en estas colaboraciones.

Así mismo Punta (2020) menciona que el marco MEP permite su entera visualización en un plano de tres dimensiones de todo un proyecto, posibilitando así ver todas las interferencias en todas las instalaciones que pueden visualizar, así como las múltiples interferencias que de hallan entre sus propios elementos, tal como se llegan a mostrar en un proyecto, para las evacuaciones de las aguas, en el cual son diseñado entre dos o más redes, tanto para pluviales u otras para las residuales. Por otro lado, Jobim (2017) menciona que entre los autores se comparan las concepciones de los modelos en 3D con los procesos de las creaciones en todas las industrias de la construcción, en donde las nociones de las edificaciones del

modelo se pueden encontrar mucha incompatibilidad casi instantánea, apoyándonos así a la hora de tomar las decisiones de forma intuitiva en un proyecto. Bajo este fundamento se presenta un estudio basado únicamente en la localización de interferencias, así mismo incompatibilidades en los proyectos de edificaciones.

Así mismo Ortega (2020) menciona que en la actualidad existen un desequilibrio en dos de los subsectores el cual debería ser complementario y desarrollarse en completa armonía. Lo que por un lado ha evolucionado son los diseños arquitectónicos todo esto gracias a la actualidad de la tecnología, asumiendo así que desde años anteriores el programa CAD como uno de los cambios de soportes de los diseños analógicos digitales, para que en los posteriores se abracen a las facilidades de la nueva BIM como una de las metodologías colaborativas a través de la herramienta informática avanzada, dando la posibilidad a una edificación virtual previo al desarrollo de la actividad física final de un proyecto.

Por otro lado, Borges de Freitas *et al.* (2017) Para la detección de interferencias es importante consignar detalles de alto impacto que logren satisfacer la necesidad del cliente, y a la vez la verificación con extensiones del programa de diseño, esto logra que se facilite la interpretación y verificación de posibles colisiones para ser subsanadas. Por si ya los modelos BIM benefician el trabajo para diseñar o compatibilizar especialidades, la combinación con otras metodologías beneficiara la gestión del manejo de la información.

Por otro lado, Farias *et al.* (2020) indica que uno de los inconvenientes más resaltantes de los modelos BIM es la incompatibilidad entre la estructura de los elementos del modelo y el desglose de las actividades del cronograma del proyecto. Por más que BIM tenga la capacidad de facilitar información rápida al equipo, como los tiempos por actividad, una clara representación de los elementos que contempla el proyecto, la simulación contribuciones multidisciplinarias. Asu vez, Mirzaei *et al.* (2019) Menciona que, con un enfoque determinado, las detecciones de interferencias se realizan con una precisión más optima, logrando así una precisión en la intensidad de la interferencia. BIM realiza un análisis conjeturado para la

selección de un lugar para la óptima ejecución con un número reducido de interferencias espaciotemporales. con un enfoque desarrollado para la detección de interferencias, se realiza con una mayor precisión logrando un número más preciso.

De igual manera Namhyuk *et al.* (2020) El equipo BIM debe brindar información con mayor rapidez y precisión al RFI de los agentes quienes participan en el proyecto el cual utilizan la capacidad técnica como punto de detección de interferencias, supervisión de, análisis constructibilidad, las estimaciones de costo y el tiempo, despegue de números de integración, el modelo basado en un elemento, formación y colaboración de grupos, y las comunicaciones. Así mismo los agentes de BIM registra contenidos para las interferencias en el proyecto, por intermedio de la documentación del desarrollo de la ejecución de un proyecto, con un informe de verificación final e interferencias. Por otro lado, según Moreno (2020) la posibilidad que nos ofrece la herramienta BIM como una de las mejoras en la elaboración del Estudio de un proyecto hace posible una gran ayuda en el ahorro del tiempo, dentro de esto existe una posibilidad de estandarizar en un marco normativo para un proyecto. Acorde a esto en el futuro cabe la posibilidad que sea exigible la ejecución de la metodología BIM para una ejecución de un proyecto justificando todas las ventajas que se encuentran en un trabajo realizado.

Así mismo Según Daniotti (2020) Es importante notar que BIM es impulsado directamente por Las actividades humanas y el software simplemente genera una plataforma que hace posible este encuentro. La investigación sobre el trabajo colaborativo en BIM ha permitido detectar las posibilidades que tiene para oferta y también las dificultades que se derivan de ella. Sin embargo, aún no se ha establecido una metodología para evaluar los comportamientos y el desempeño de los diferentes participantes de un proyecto BIM, lo que permite desarrollar procedimientos de trabajo en grupos más efectivos.

Por otro lado, Miceli *et al.* (2018) La experiencia y el método tienen claras aplicaciones en estudios de arquitectura que desarrollan Proyectos BIM donde los coordinadores y gerentes están dispuestos a analizar patrones de comportamiento y eficiencia de sus modeladores e identificar nuevas necesidades de formación y

oportunidades para aumentar su actuación. El entorno de trabajo colaborativo creado para este experimento proporciona un medio singular que fortalece el trabajo en equipo y permite un flujo constante de información entre los participantes, que se apoyaron mutuamente para encontrar soluciones a los conflictos que aparecen durante todo el tiempo del proceso de diseño

Yu-cheng (2018) indica que un problema práctico frente a los gerentes de la construcción es lograr la creación de modelos BIM, proyectos grandes y complejos en un plazo breve. Por lo tanto, la mayoría de los GC utilizan trabajos colaborativos para Creación de modelos BIM, que requiere contar con numerosos participantes trabajando juntos para completar los elementos de la creación de modelos BIM en diferentes lugares y horarios, reduciendo así con éxito la duración del modelo BIM creación.

Para tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario Gutiérrez y Godoy (2020) indica que, en este tipo de trabajo se revisan los semblantes más relevantes considerados para suscitar una diferencia en su forma de aplicar, focalizándose en promover el uso de los espacios de colaboración siendo parte de un proceso de los trabajos multidisciplinarios. Logrando que el trabajo colaborativo hace una mejora de un 90% respecto a lo convencional, aprovechando todo el potencial de esta herramienta tecnológica. En este campo, la relevancia de implementar metodología BIM consiste en el núcleo de los procesos en la tecnología colaborativa para incrementar la eficiencia en su ejecución de un proyecto en las industrias de construcción. Así mismo, se toman la variedad de estándares en una industria de la edificación, y con mayor enfoque a las que son sustentadas en la metodología “BIM” y que dan la posibilidad de mantener coherencia y trazabilidad durante la vida que lleva un proyecto, sin tomar la importancia la multitud de participantes en variedad de disciplinas que están involucradas a ello. Así mismo Begoña e Inmaculada (2019) india que el concepto colaborativo ayuda a la integración de información y detección de errores u omisiones, esto beneficia a todos los integrantes que colaboran en el proyecto con la idea de generar una proyección de trabajo ordenado sin errores considerables.

De igual manera Almeida (2020) indica que el trabajo colaborativo multidisciplinario es la actividad que contempla el trabajo el cual está orientado para desarrollar proyectos integrales colaborativos en una de las modalidades por lo que las emplean con particularidad para un ingeniero para los diseños de edificaciones. Asimismo, se considera el uso de los softwares de modelado de edificios o cualquiera sea el proyecto (BIM), con particularidad Revit2019 Autodesk, el cual permite un modelado central en cual permite una integración con permanencia en los diferentes aspectos ejecutados, implementando una estrategia de colaboración extrema, por intermedio del trabajo en un mismo ambiente y con un tiempo similar.

Por otro lado, Cimav (2018) detalla que el trabajo colaborativo ayuda a resolver los problemas, la forma de solucionar es analizando las deficiencias encontradas, primero se tiene que planificar enlistado los errores y de acuerdo a la gravedad, es importante escalar las deficiencias encontradas para actuar de forma correcta y no solo apagar el incendio. Así mismo según Porras (2015) La unión a un modelado virtual realiza un trabajo colaborativo entre tiempo y costo para la realización de un nuevo proyecto de construcción, esto es una de las mejoras en la industria de la construcción, una mejora también en los cálculos de los presupuestos de un proyecto, el cual nos brinda una facilidad de realizar modificaciones frente a la flexibilidad que se halla en BIM, situaciones que facilitan las actualizaciones de los presupuestos de las obras con un tiempo considerablemente reducido.

Finalmente, Contreras *et al.* (2018) menciona que no existía en la ingeniería una metodología el cual integraba toda una buena práctica descrita para los estándares del PMI. Con una de las metodologías que faciliten los trabajos colaborativos en los que participan en un proyecto así como lo es la tecnología de BIM, una de ellas es que permita una mejora en la comunicación y colaboración efectiva buscando así un diseño más eficiente, viendo que el trabajo realizado de un diseñador, constructor y los personales operativos, quienes se asocian en los proyectos, se desarrollan de formas independientes generando así una incompatibilidad entre las documentaciones de las construcciones.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación del presente proyecto es de tipo Aplicada, y según Valderrama (2013), indica que este tipo de investigación se desarrolla con la finalidad de construir, modificar y aplicar una realidad concreta, buscando resolver problemas de manera rápida, teniendo como objetivo principal obtener beneficios prácticos y/o utilizar los resultados.

Diseño de investigación

El diseño del presente trabajo de investigación es experimental de tipo puro, y con respecto a Hernández *et al.* (2014) indica que a través de este diseño se manipula la variable independiente para estudiar su efecto o sus cambios aplicados a la variable dependiente en un punto de control. Además, contara con la aleatorización de los sujetos. A continuación, se muestra el siguiente esquema:

RG: 01 → X → 02

Pre-Test → Aplicar la metodología BIM → Post-Test

En dónde el significado de cada dato es:

R = Asignar al azar

G = Grupo Experimental

X = Tratamiento

01 – 02 = Medición pre-test / post-test del diseño de proyectos civiles

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente Metodología BIM

Podemos definir a nuestra variable Metodología BIM como una variable del tipo cuantitativa y con una naturaleza continua; con una escala de medición del tipo razón o proporción. Según Hernández *et al.* (2014), la variable es toda característica que tenga las propiedades de ser medible, observable; además, indica que el enfoque cuantitativo tiene como propósito recolecta datos para posteriormente poder aprobar o rechazar nuestra hipótesis con una medición de escala numérica.

Definición Conceptual de la variable independiente Metodología BIM

También podemos definir la variable metodología BIM como la utilización de la representación digital compartida, denominado modelos de información de datos, elaborado para agilizar las diferentes fases de diseño, construcción, puesta en operación y cuidado de diferente tipo de proyecto; y con esto proporcionar abundante información confiable para la toma de decisiones (ISO 19650, 2019).

Variable dependiente Diseño de proyectos civiles

Podemos definir nuestra variable Diseño de proyectos civiles BIM como una variable del tipo cuantitativa y de naturaleza continua; con una escala de medición del tipo razón proporción. Según Hernández *et al.* (2014), la variable es toda característica que tenga las propiedades de ser medible, observable; además, indica que el enfoque cuantitativo tiene como propósito recolecta nuevos datos para aprobar la hipótesis en función a la base en una medición numérica.

Definición Conceptual de la variable dependiente Diseño de proyectos civiles

Medina (2020) indica el diseño de un proyecto es la etapa donde se forma las ideas y conceptos planeado. Pero también se lleva tiempo de la cual se organiza mediante

Fases, y se podrá así ver el tiempo de cada una de estas fases teniendo como referencia la fecha de entrega del proyecto.

Definición Operacional de la variable dependiente Diseño de proyectos civiles

Con respecto al Diseño de proyectos civiles será medido por tres indicadores: (a) eficiencia en el desarrollo de documentación técnica la cual tiene como unidad de medida la unidad; (b) detección de interferencias la cual tiene como unidad de medida la unidad; y (c) tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario la cual tiene como unidad de medida el porcentaje. Para estos tres indicadores se usará como instrumentos de recolección de datos la guía de observación.

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente – Diseño de proyectos civiles

Indicador	Instrumento	Frecuencia de Toma	U.M.	Fórmula
Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica	Guía de observación	10 veces por semana	Und.	$x = \frac{\text{Horas hombre empleada}}{\text{Metro cuadrado diseñado}}$
Detección de interferencias	Guía de observación	10 veces por semana	Und.	$x = \frac{\text{Cantidad de interferencias detectadas}}{\text{Cantidad de especialidades examinadas}}$
Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario	Guía de observación	10 veces por semana	%	$x = \frac{\text{Horas hombre empleadas} \times 100}{\text{Horas hombre proyectadas}}$

Se indica que la matriz de operacionalización de la variable Diseño de proyectos civiles la cual se muestra en el Anexo 2

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según Hernández *et al.* (2014) señala como población a un grupo de elementos que los cuales serán motivo de estudio y en las cuales se desean extender los resultados, a la vez esta población debe tener ciertos parámetros. Para el presente estudio de investigación se considerará la población total de 50 para los tres indicadores.

Tabla 2

Población de la Investigación

<i>Población</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Indicador</i>
Observaciones	50	Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica
Observaciones	50	Detección de interferencias
Observaciones	50	Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

Muestreo

Para esta investigación se utilizó un muestreo del tipo probabilístico, con respecto a Hernández *et al.* (2014), indica que al realizar un muestreo de tipo probabilístico se generaran mediante elementos que requieran de la probabilidad, seleccionando una reducida parte de la muestra a investigar; de igual forma la probabilidad de ser escogida la tiene toda la población y se obtendrá según las propiedades o características de la población y el tamaño de la muestra. El muestreo aleatorio simple sin reemplazo será la técnica usada.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para esta investigación se usó la observación como técnica para la recolección de datos. Según Hernández *et al.* (2014), la observación como técnica se basa en la recolección de información ordenada, valida y confiable de la conducta y procesos observables a través de los indicadores

Instrumentos de recolección de datos

Hernández *et al.* (2014), nos indica que los instrumentos para realizar la medición y recolección de datos son recursos los cuales nos permitirán la recolección de datos cuantitativos u obtener información. Para esta investigación se utilizó como instrumento de investigación la guía de observación, es gracias a estas que se pudo lograr nuestros objetivos establecidos y ayudo a recaudar la información necesaria para nuestro pre-test y post-test. A continuación, se muestra la ficha técnica del instrumento de recolección

Tabla 3

Ficha técnica del Instrumento

Nombre del instrumento:	Ficha de observación de medición del indicador
Autor:	Josue Enrique Salas Roa
Año:	2021
Descripción:	
Tipo de Instrumento:	Guía de Observación
Objetivo:	Determinar de qué manera la metodología BIM mejora el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021
Indicadores:	a) Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica b) Detección de interferencias c) Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario
Numero de Observaciones a recolectar:	50
Aplicación:	Presencial

Validez

Para Hernández *et al.* (2014) la validez es el grado en el cual un instrumento cuantifica la variable que está intentando demostrar. Para la presente investigación

la validez fue determinada mediante el juicio de expertos, conformada por tres profesionales con conocimiento en la temática; de acuerdo con Valderrama (2013) nos indica que para realizar el juicio de expertos este deberá de estar compuesto por personas, en la cual cada miembro emite un veredicto del instrumento, valorando la claridad, pertinencia y relevancia; este, con sentido lógico y aplicando toda su experiencia.

Tabla 4

Validación del Instrumento de recolección de datos

DNI	Grado Académico, Apellido y nombres	Institución donde labora	Calificación
10192315	Dr. Visurraga Agëro Joel Martin	UCV	Aplicable
18845637	Mg. Padilla Pichen, Santos Ricardo	UCV	Aplicable
42414842	Mg. Benites Zúñiga, José Luis	UCV	Aplicable

Con respecto a la confiabilidad, Hernández *et al.* (2014) indica que es el nivel donde el instrumento crea resultados solidos; asimismo los parámetros serán medidos de cero que se considerara como confiabilidad nula y uno como máxima confiabilidad, por lo que se requiere un nivel mayor al 0.750 para una máxima confiabilidad. Para determinar el parámetro de confiabilidad del instrumento se usa el Coeficiente Alfa Crnbach el cual será obtenido mediante el software IBM SPSS V25.

3.5. Procedimientos

Como procedimiento a seguir para la recolección de datos de la investigación presente, se tendrá como primer paso la realización del instrumento de recolección de datos, posteriormente se realiza la validación de los instrumentos por tres profesionales expertos considerando como mínimo un metodólogo y un temático para que otorgar el grado óptimo de validez y obtener datos con un nivel de confiabilidad; como tercer paso se realizó la recolección de datos. Luego se traspasará los datos a una hoja de cálculo Excel; y por último se ingresará los datos al programa SPSS para ser procesado.

3.6. Método de análisis de datos

En relación al análisis descriptivo, se usará tablas y figuras, exponiendo medidas de tendencia central usando la media, se realizará su interpretación o lectura por cada indicador. Finalmente, para el análisis inferencial, se comprobará la normalidad de los datos obtenidos mediante la prueba de Test de Shapiro Wilk; Además, se usará para la constatación de la hipótesis la prueba no paramétrica de los rangos con signos de Wilcoxon.

3.7. Aspectos éticos

Con el propósito de garantizar la integridad en la presente investigación, se indica que se ha elaborado cumpliendo los estándares de ética de la Universidad Cesar Vallejo, los cuales se encuentran indicados en la Resolución de Consejo 0262-2020UCV, las cuales sostienen los lineamientos de transparencia y veracidad de la información; Por otro lado, para indicar información de otros autores se ha empleado la norma APA, dejando claro la autoría y no incurriendo en plagio.

Cumpliendo con la Legislación nacional, la presente investigación se rige al cumplimiento de lo indica sobre la Ley de Derechos de Autor indicados en el Decreto legislativo N°822 del 24 de abril de 1996, y teniendo mayor consideración en el Artículo 5° inciso a. en donde se manifiesta que tendrán derecho de autor todos aquellos documentos denominados como obras literarias expresadas en forma escrita a través de libros, revistas, folletos u otros escritos

Alineándome a los dispuesto por mi casa de estudios indico que la presente investigación cumple con lo dispuesto en la Resolución de Consejo Universitario N°0313-2017/UCV donde indican los lineamientos del Reglamento de Investigación de la Universidad Cesar Vallejo S.A.C.

IV. Resultados

Análisis descriptivo

Medidas descriptivas del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica

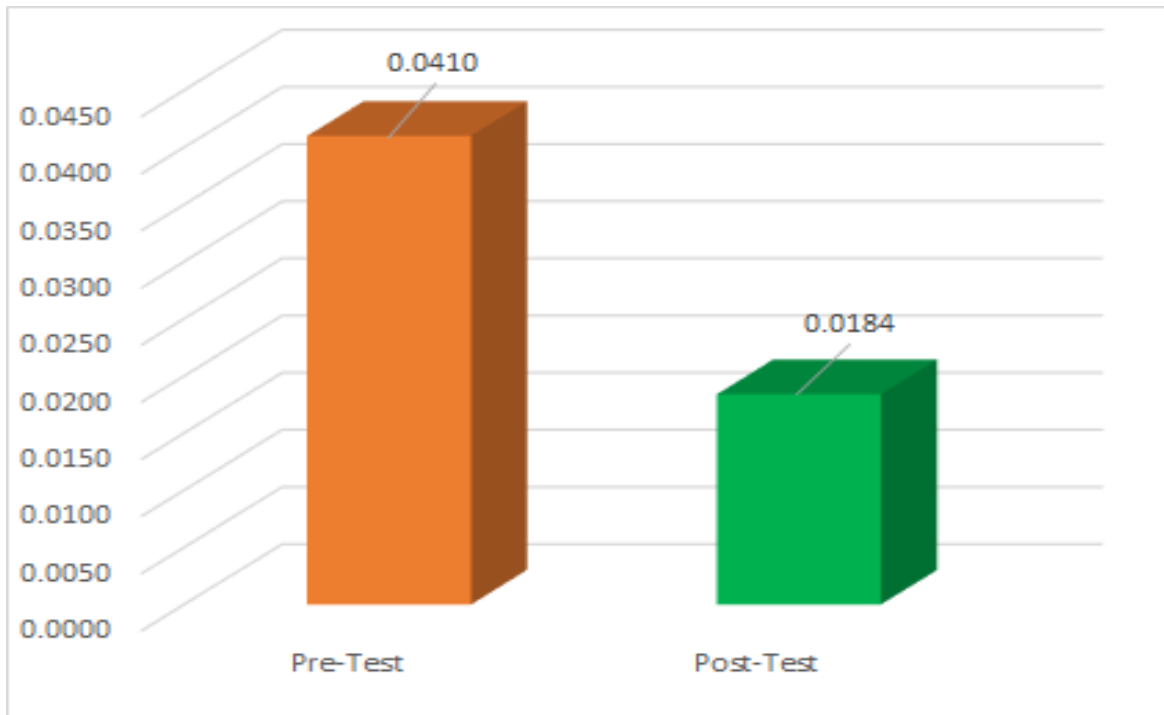
Tabla 5

Medidas descriptivas del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.
Pre-Test	50	0,0230	0,0760	0,0410	0,0139
Post-Test	50	0,0110	0,0320	0,0184	0,0056
N válido (por lista)	50				

Figura 1

Histograma de la media de la Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica



En la tabla 5 se muestra los datos descriptivos del indicador Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica, en el Pre-Test de la muestra la media es 0,0410 y el valor del Post-Test fue de 0,0056 veces. En resumen, existe una mejora significativa después de implementar la metodología BIM, asimismo, es necesario nombrar que la media para ambos casos se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el Pre-Test es 0,0139 y para el Post-Test es 0,0056 veces que se desvían de la media.

En la figura 1 podemos observar el comportamiento de nuestro indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica antes y después de la implementación de la Metodología BIM en base a los datos obtenidos en la guía de observaciones, por lo cual, se puede concluir que la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica mejoro en un 45% o 0.0226 veces

Medidas descriptivas del indicador: Detección de interferencias

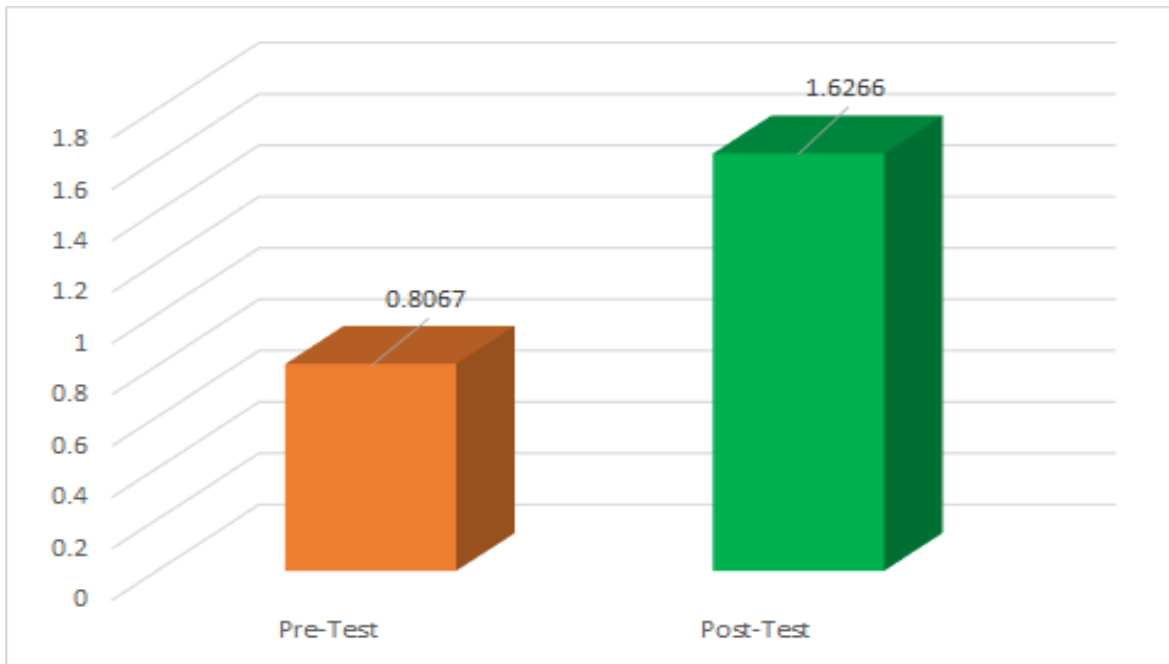
Tabla 6

Medidas descriptivas del indicador: Detección de interferencias

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.
Pre-Test	50	0,3330	1,6670	0,8067	0,3505
Post-Test	50	1,0000	2,6670	1,6266	0,4792
N válido (por lista)	50				

Figura 2

Histograma de la media de la Detección de interferencias



En la tabla 6 se muestra los datos descriptivos del indicador Detección de interferencias, en el Pre-Test de la muestra la media es 0,8067 y el valor del Post-Test fue de 1,6266 veces. En resumen, existe una mejora significativa después de implementar la metodología BIM, asimismo, es necesario nombrar que la media para ambos casos se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el Pre-Test es 0,3505 y para el Post-Test es 0,4792 veces que se desvían de la media.

En la figura 2 se refleja el comportamiento del indicador detección de interferencias antes y después de la implementación de la Metodología BIM en base a los datos obtenidos en la guía de observaciones, por lo cual, se puede concluir que la detección de interferencias mejoro en un 45% o 0.0819 veces

Medidas descriptivas del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

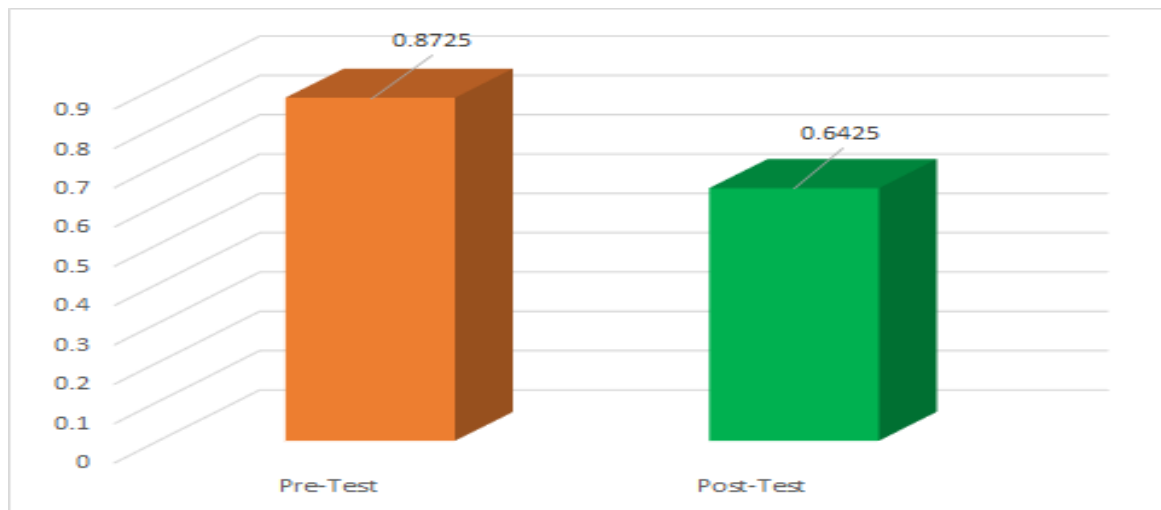
Tabla 7

Medidas descriptivas del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.
Pre-Test	50	0,6250	1,0000	0,8725	0,1056
Post-Test	50	0,5000	0,8750	0,6425	0,1129
N válido (por lista)	50				

Figura 3

Histograma de la media de Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario



En la tabla 7 se muestra los datos descriptivos del indicador Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario, en el Pre-Test de la muestra la media es 0,8728 y el valor del Post-Test fue de 0,6425 veces. En resumen, existe una mejora significativa después de implementar la metodología BIM, asimismo, es necesario nombrar que la media para ambos casos se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el Pre-Test es 0,1056 y para el Post-Test es 0,1129 veces que se desvían de la media.

En la figura 3 se refleja el comportamiento del indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario antes y después de la implementación de la Metodología BIM en base a los datos obtenidos en la guía de observaciones, por lo cual, se puede concluir que tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario mejoro en un 74% o 0.2300 veces

Análisis Inferencial

Prueba de normalidad

El análisis se desarrolló con la prueba Shapiro-Wilk, como indica Pedrosa *et al.* (2015) Indica que esta prueba muestra su mejor poder de detección en muestras de 50 participantes y no en muestras pequeñas, además se ha demostrado globalmente de ser una de las más consistentes.

Se aplicó con el apoyo del Software IBM SPSS V25, con un nivel de confianza del 95%, se empleó la prueba no paramétrica Wilcoxon, como indica Arteaga *et al.* (2018) si el valor de significancia es menor a 0.05 acoge una distribución no normal

Prueba de normalidad del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica

Formulación de hipótesis estadística:

H₀: Los datos del indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica presentan una distribución normal.

H₁: Los datos del indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica no presentan una distribución normal.

Tabla 8

Prueba de normalidad del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre-Test	0,907	50	0,001
Post-Test	0,928	50	0,005

En la tabla 8, los resultados alcanzados en la prueba reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica antes fue de 0,001 y después fue 0,005 cuyos valores son menores al error asumido de $P < 0,050$ entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (H_1), deduciendo que el indicador no se distribuye basado en el valor P

Prueba de normalidad del indicador: Detección de interferencias

Formulación de hipótesis estadística:

H_0 : Los datos del indicador detención de interferencias presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del indicador detención de interferencias no presentan una distribución normal.

Tabla 9

Prueba de normalidad del indicador: Detección de interferencias

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre-Test	0,886	50	0,000
Post-Test	0,910	50	0,001

En la tabla 9, los resultados alcanzados en la prueba reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador detención de interferencias antes fue de 0,000 y después fue 0,001 cuyos valores son menores al error asumido de $P < 0,050$ entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (H_1), deduciendo que el indicador no se distribuye normalmente.

Prueba de normalidad del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

Formulación de hipótesis estadística:

H_0 : Los datos del indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario no presentan una distribución normal.

Tabla 10

Prueba de normalidad del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre-Test	0,836	50	0,000
Post-Test	0,862	50	0,000

En la tabla 10, los resultados alcanzados en la prueba reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario antes y después fue de 0,000 cuyo valor es menor al error asumido de $P < 0,050$ entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (H_1) deduciendo que el indicador no se distribuye normalmente.

Prueba de Hipótesis

Para la prueba de hipótesis se desarrolló con la prueba de Wilcoxon, la cual es una prueba no paramétrica de comparación de dos muestras relacionadas; se utilizará para comparar dos mediciones de rangos y determinar que la diferencia no se deba al azar; y esta se aplicó con el apoyo del Software IBM SPSS V25.

Prueba de Hipótesis específica 1: Indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica

Formulación de hipótesis estadística:

H₀: La aplicación de la metodología BIM no mejora significativamente la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de proyectos civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

H₁: La aplicación de la metodología BIM mejora significativamente la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de proyectos civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

Tabla 11

Prueba de Rangos

		Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Indicador Pre-Test – Post-Test	Rangos negativos	50 ^a	25,50	1275,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	50		

a. $I1_{Post} < I1_{Pre}$ b. $I1_{Post} > I1_{Pre}$ c. $I1_{Post} = I1_{Pre}$

Tabla 12*Prueba Wilcoxon del indicador: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica*

	Prueba de rangos con signos de Wilcoxon	
	Z	Sig. Asint. (bilateral)
Pre-Test – Post-Test	-6,158	0,000

a. Prueba de rangos con signos de Wilcoxon b. Se basa en rangos positivos

Contrastación de la hipótesis:

Para la constatación de la hipótesis se realizó la prueba de Wilcoxon, se visualiza en la tabla 12 que el valor de significancia es de 0,000 hallándose menor al valor asumido de $P < 0,05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula. De igual manera, el valor de Z es -6,158, se ubica en la zona de rechazo de la hipótesis nula.

Prueba de Hipótesis específica 2: Indicador detección de interferencias

Formulación de hipótesis estadística:

H₀: La aplicación de la metodología BIM no mejora significativamente la detección de interferencias en el diseño de proyectos civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

H₁: La aplicación de la metodología BIM mejora significativamente la detección de interferencias en el diseño de proyectos civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

Tabla 13*Prueba Wilcoxon del indicador: Detección de interferencias*

	Prueba de rangos con signos de Wilcoxon	
	Z	Sig. Asint. (bilateral)
Pre-Test y Post-Test	-6,211	0,000

a. Prueba de rangos con signos de Wilcoxon b. Se basa en rangos positivos

Contrastación de la hipótesis:

Para la constatación de la hipótesis se realizó la prueba de Wilcoxon, se visualiza en la tabla 13 que el valor de significancia es de 0,000 hallándose menor al valor

$P < 0,05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula. De igual manera, el valor de Z es -6,211, se ubica en la zona de rechazo de la hipótesis nula.

Prueba de Hipótesis específica 3: Indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

Formulación de hipótesis estadística:

H_0 : La aplicación de la metodología BIM no mejora significativamente el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de proyectos civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

H_1 : La aplicación de la metodología BIM mejora significativamente el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de proyectos civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

Tabla 14

Prueba Wilcoxon del indicador: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

	Prueba de rangos con signos de Wilcoxon	
	Z	Sig. Asint. (bilateral)
Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario	-6,517	0,000
Pre-Test y Post-Test		

a. Prueba de rangos con signos de Wilcoxon b. Se basa en rangos positivos

Contrastación de la hipótesis:

Para la constatación de la hipótesis se realizó la prueba de Wilcoxon, y como se visualiza en la tabla 14 que el valor de significancia es de 0,000 hallándose menor al valor $P < 0,05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula. De igual manera, el valor de Z es -6,517, se ubica en la zona de rechazo de la hipótesis nula.

Los indicadores consignados en la presente investigación han sido de relevancia y han absuelto los problemas planteados, sin embargo, existen diferentes aspectos que se sugieren realizar en futuras investigaciones.

V. Discusión

Con respecto a los resultados obtenidos en la investigación realizada señalan los cambios mostrados en los tres indicadores pertenecientes a la variable dependiente – Diseño de proyectos civiles, posterior a la implantación de la variable independiente – Metodología BIM en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021

Respecto al indicador 1: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica

En el análisis descriptivo del indicador Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica, en el Pre-Test de la muestra, la media es 0,0410 y el valor del Post-Test fue de 0,0056 veces. Lo que evidencia una mejora significativa luego de implementar la metodología BIM, además, es necesario mencionar que la media para ambos casos se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el Pre-Test es 0,0139 y para el Post-Test es 0,0056 veces que se desvían de la media.

Asimismo, en el análisis inferencial se desarrolló con la prueba Shapiro-Wilk, ya que la cantidad de observaciones realizadas es como máximo 50; y esta se aplicó con el apoyo del Software IBM SPSS V25, con un nivel de confianza del 95%, en donde se puede inferir que si el valor de significancia es menor a 0.05 acoge una distribución no normal, por lo que se emplea la prueba de Wilcoxon.

Los resultados son contrastados y se observa una mejora con los antecedentes siguientes: Ríos (2019), afirma que la eficiencia de la documentación con la metodología BIM tiene una mejora significativa añadiendo una posibilidad de poder reducir sus sobrecostos en la fase de ejecución y además logrará un efecto en la eficiencia de las otras superficies de soporte del plan.

Asimismo, Bosdriesz (2018) afirma que encontró mejora en facilitar de manera eficiente la construcción en arquitectura con un método digital ya que el método BIM ha mostrado varios beneficios además de apoyar la transformación y la transición digital hacia la industria inteligente en toda la documentación técnica. Méndez (2019) Afirma que, respecto a la eficiencia que obtuvo con la implementación de BIM, esta mejoró la visualización de la información dando un resultado satisfactorio de 91.30% con respecto a la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica.

EUBIM (2016) indica que BIM es un modelo de operación y mantenimiento de activos digital de construcción. Une tecnologías, mejoras en los procesos e información digital con el objetivo de mejorar extremadamente los resultados de los consumidores y de los proyectos en la cual se emplea. Así mismo afirman que los avances son las cantidades o números de los trabajos que son realizados en una cuadrilla en una jornada laboral para sostener una producción en nuestro indicador analizamos las documentaciones técnicas y económicas.

Respecto al indicador 2: Detección de interferencias

Se realizó un análisis descriptivo del indicador Detección de interferencias, en el pre-test de la muestra la media es 0,8067 y el valor del post-test fue de 1,6266 veces. Esto evidencia una mejora significativa luego de implementar la metodología BIM, asimismo, es necesario evidenciar que para ambos casos la media se encuentra más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el pre-test es 0,3505 y para el post-test es 0,4792 veces que se desvían de la media.

Asimismo, en el análisis inferencial los resultados alcanzados en la prueba reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador detención de interferencias antes fue de 0,000 y después fue 0,001 cuyos valores son menores al error asumido de 0,050 entonces se rechaza la hipótesis nula, deduciendo que el indicador no se distribuye normalmente.

En la comparación de los resultados se observa una mejora con los antecedentes siguientes: Porras (2015) afirma que fue posible evidenciar que resultan de gran utilidad la elaboración de un proyecto en un modelo BIM, haciendo posible evitar las interferencias y para los cálculos precisos de cantidades, con su uso se proporcionan cantidades de obra más acertadas, con un 90% de precisión.

Asimismo, Poma y Poma (2020) afirma que, con detecciones de interferencias de las estructuras, arquitecturas, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas, se determinó que con la diferencia (8.84%) entre el desarrollo a través de la Metodología tradicional (100.00%) y el desarrollo con la Metodología del modelado de BIM (91.16%), se ha determinado que la metodología BIM si incide en la optimización de costo del presupuesto.

Asimismo, Ybañes (2018) Afirma que en su proyecto de investigación se logró registrar 142 interferencias las cuales fueron identificadas anticipadamente gracias a la metodología BIM, por lo que la metodología BIM es 263% mejor que el método manual, y que la cantidad de interferencias detectadas supone un ahorro económico del 3.01 % del presupuesto contractual de la obra, siendo este 3.01% a S/ 104,476.84 soles.

De igual manera Almonacid (2015) afirma que, al comparar el impacto del costo por eficiencia de diseño, es decir por la cantidad de interferencias de dos proyectos, se detalla que con la implementación de la metodología BIM se establece un ahorro aproximado de 57% respecto a la inversión del proyecto.

Respecto al indicador 3: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

Al realizar el análisis descriptivo del indicador Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario observamos los datos descriptivos de nuestro indicador Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario, en el pre-test de la muestra la media es 0,8728 y el valor del post-test fue de 0,6425 veces. Es por eso que se evidencia una mejora significativa luego de implementar la metodología BIM, además, es necesario nombrar que para ambos casos la media se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el pre-test es 0,1056 y para el post-test es 0,1129 veces que se desvían de la media.

Asimismo, en el análisis inferencial se obtuvieron resultados de las pruebas los cuales reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica antes fue de 0,001 y después fue 0,005 cuyos valores son menores al error asumido de 0,050 entonces se rechaza la hipótesis nula, deduciendo que el indicador no se distribuye normalmente.

Los resultados son contrastados y se observa una mejora con los antecedentes siguientes: Cabezas *et al.* (2019), afirma tuvo una mejora significativa al ejercer una nueva metodología de trabajo colaborativo para la administración de proyectos de habilitación urbana de la Compañía La Fortaleza, por medio de la simulación del proyecto final el cual conforma una gran base de datos que permiten gestionar los recursos a lo largo de todo el periodo de vida del plan.

Además, Gutiérrez y Godoy (2020) afirma que es necesario realiza el trabajar en su conjunto y en un espacio de colaboración en al cual cada área contribuirá con los datos necesarios para que así se logre el objetivo en común, también afirma que el trabajo colaborativo hace una mejora de un 90% respecto a lo convencional, aprovechando todo el potencial de esta herramienta tecnológica.

Asimismo, Deng *et al.* (2019). Afirma que en los modulados estructurales, constructivos de instalaciones en los proyectos tienen una mejora en un 85% con los entornos colaborativos a los asociados, a los específicos programas constructivos de instalaciones y encontrando así una mayor eficiencia esto Incluyendo los tratamientos de los datos que se obtienen, los modelados y de las construcciones en civil (civil 3D) esto nos afirma que el trabajo colaborativo tubo una mejora significativa al implementar la metodología BIM.

Respecto al Objetivo General

La inferencia de determinar de qué manera la metodología BIM mejora el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021, se obtuvieron resultados positivos como es el indicador Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica el cual se consiguió una mejoría de 45% por el cual el rendimiento disminuyo obteniendo menor hh/m² para hacer una función con la nueva metodología BIM, los cuales muestran un veneficio a corto plazo y a largo plazo. Afirmando así que si se realiza un proyecto de manera tradicional se tendrá la necesidad de más hh/m² vs la nueva metodología BIM.

Del mismo modo también se obtuvo una mejora en el indicador Detección de interferencias, esto en todas las especialidades, que después de haber realizado la implementación de la metodología BIM la detección de interferencias mejoro en un 45% o 0.0819 veces. Cabe resaltar que la nueva metodología implementada en los proyectos mejora y puede ser más preciso con los eventos de incompatibilidades en todas las especialidades los cuales generan sobrecostos y con ello el tiempo de ejecución. Por el cual se convierte en un beneficio a la variable dependiente. Finalmente, los resultados que fueron obtenidos del indicador Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario confirman que existe una disminución considerable en tiempo de trabajo con la nueva metodología BIM, a comparación a lo tradicional se refleja que mejoro en un 74% o 0.2300 veces.

Por consiguiente, la implementación de la metodología BIM mejoró en gran manera en los diseños de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021, nuestro resultado contrasta con los antecedentes: Norberg y Brantitsa (2018) Que como resultado final obtuvo en promedio una mejora del 49.5% % con la implementación de la metodología BIM, Cabezas *et al.* (2019) obtuvo como resultado final una mejora del 30% y por nuestra parte una mejora del 54.7%.

Respecto a la Metodología de Investigación

La metodología que se utilizó permitió fortalecer nuestra investigación, siendo parte del diseño de investigación experimental puro, el cual facilita realizar un control dentro de nuestro experimento mediante una asignación aleatoria, buscando resolver problemas de manera rápida, teniendo como objetivo principal obtener beneficios prácticos y/o utilizar los resultados.

La variable Metodología BIM es una variable del tipo cuantitativa de naturaleza continua y con la escala de medición del tipo razón o proporción, Con respecto al Diseño de proyectos civiles fue medido por tres indicadores: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica la cual tuvo como unidad de medida la Tiempo; Detección de interferencias la cual tuvo como unidad de medida la cantidad; y tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario la cual tuvo como unidad de medida el porcentaje. Para estos tres indicadores se usó la guía de observación como instrumentos de recolección de datos

VI: Conclusiones

Primera: En base a los resultados obtenidos en esta investigación realizada en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., se concluyó que al implementarse la metodología BIM existirá una mejora significativa, por parte de la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica aumento su eficiencia en un 45%, como también en la detección de interferencias aumento la cantidad de interferencias detectadas en un 45%, y finalmente el indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario mejoro en su promedio en un 74%, lo cual refleja un disminución significativa en el tiempo de trabajo con la aplicación de la metodología BIM.

Segunda: Con respecto a nuestro primer indicador que se denomina eficiencia en el desarrollo de documentación técnica, y en función a nuestros resultados obtenidos podemos inferir que existió mejora significativa posterior a la implementación de la metodología BIM en el diseño de proyectos civiles, ya que aumento en un 45% en promedio la eficiencia, lo que indica claramente que se estará requiriendo menos horas hombre al usar la metodología BIM

Tercera: Con respecto al segundo indicador que se denomina detección de interferencias, y en función a nuestros resultados podemos inferir que existió mejora después de la implementación de la metodología BIM en un 45% en promedio por lo que la detección de interferencias detectadas es mayor en comparación al trabajo tradicional.

Cuarta: Con respecto al tercer indicador que es tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario, y en función a nuestros resultados que pudimos obtener, se infiere que existió mejora posterior a la aplicación de la metodología

BIM, ya que aumento en un 74% en promedio, este resultado refleja una gran eficiencia a la hora de aplicar la metodología BIM

VII. Recomendaciones

Primera: Con el propósito de sostener los resultados positivos en el cual existe mejoras en los tres indicadores alcanzados por la investigación elaborada a la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C. luego de implementar la metodología BIM para el diseño de proyectos civiles, se recomienda al Gerente de Proyectos realizar un programa de capacitación y certificación de todos los colaboradores participes de los proyectos bajo la Metodología BIM, de igual manera mejorar los equipos de cómputo con el propósito de hacer más eficiente el desarrollo de proyectos.

Segunda: Con respecto al indicador eficiencia en el desarrollo de documentación técnica, el cual ha tenido mejora significativa de 45% por lo tanto se recomienda al Gerente de Proyectos estandarizar todas las etapas del proyecto ya que la fase de diseño de proyectos civiles ha sido beneficioso para el proyecto anticipándose a errores y mayores costos.

Tercera: Con respecto al indicador detección de interferencias, el cual ha tenido mejora significativa de 45% por lo tanto recomendamos al Gerente del área Proyectos la adquisición de equipos de última generación y softwares actualizados para que el procesamiento de la información entre especialidades sea más rápido.

Cuarta: Con respecto al indicador tiempo de trabajo colaborativo, el cual ha tenido mejora significativa de 74% por lo tanto recomendamos al Gerente de Proyectos crear un programa de capacitaciones y procedimientos de

trabajo donde se establezca paso a paso la ruta correcta para un buen diseño de proyectos civiles.

REFERENCIAS

Almeida, F. et al. (2020). *Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM*. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ac/v20n4/1678-8621-ac-20-04-157.pdf>

Almeida-Del-Savio, A. (2019). *BIM en el Perú*. Recuperado de <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692>

Almonacid, F. et al. (2015). *Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ Proyecta"*. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/617479/Proyecto%20Tesis_MDC.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Alvarez, A. & Ripoll-Meyer, M. (2020) *Propuesta para la implementación de la metodología BIM en una experiencia áulica orientada a la sustentabilidad edilicia*. Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/hs/v10n1/0719-0700-hs-10-01-32.pdf>

Bedrick, J., Ikerd, W. y Reinhardt, J. (2020). *Level of development (LOD) specification part I & commentary*. American Institute of steel Construction. Recuperado de <https://bimforum.org/LOD/>

Begoña, G. & Inmaculada, O.(2018). EUBIM 2018. *Congreso internacional BIM / 7º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. Recuperado de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102463/PDF-Oliver;Fuentes%20-%20EUBIM%202018.%20Congreso%20internacional%20BIM%207%C2%BA%20encuentro%20de%20usuarios%20BIM.pdf?sequence=5>

BIM Forum Chile. (2017). *Guía inicial para la implementar BIM en las Organizaciones*. Área comunicaciones CDT. Recuperado de <https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/07/Gu%C3%ADa-inicial-para-implementar-BIM-en-las-organizaciones-versi%C3%B3n-imprenta.pdf>

Borges de Freitas, P. et al. (2017). *Uma proposta de integração do modelo BIM ao sistema last planner*. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ac/v18n4/1678-8621-ac-18-04-0301.pdf>

Borille, J., Aparecida, M. & Rodrigues, M. (julio, 2020) *Metodología de proyectos: perspectivas de aprendizaje activa, significativa, critica y transformadora*. Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID). Recuperado de <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/reid/article/view/5408/5036>

Bosdriesz, Y. L. (2018). *Towards a reference architecture for BIM (Building Information Model) integration in the construction industry (Master's thesis, University of Twente)*. Recuperado de http://essay.utwente.nl/76656/1/Bosdriesz_MA_EEMCS.pdf

Cabezas Ecurra, L. F., Cortés Montúfar, G. E., Ramírez Mendoza, M. A., & Santa Cruz Alcántara, A. G. (2019). *Uso de la metodología BIM para la mejora del Proyecto de Habilitación Urbana, San Antonio de Pachacamac, Etapa 7– Manchay (Tesis de maestría)*. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628153/Cabezas_EL.pdf?sequence=11&isAllowed=y

Cassetti, V. & Paredes, J. (2020). *La teoría del cambio: una herramienta para la planificación y la evaluación participativa en salud comunitaria*. Publicado por Elsevier España, Imprenta Gaceta Sanitaria, 34, 305-307. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911119301591>

Castro, M. (2020) *Diseño de un BEP (Bim Execution Plan) para la organización de un proyecto BIM*. Recuperado de <https://journalbim.org/?journal=jb&page=article&op=view&path%5B%5D=16&path%5B%5D=22>

Centro de Investigación en Materiales Avanzados. CIMAV.(2018). *Plan Estratégico De Mediano Plazo (PEMP) 2014-2018*. Recuperado de <https://cimav.edu.mx/wp-content/uploads/2016/03/PEMP2014-2018.pdf>

Cerón, I. & Liévano, D. (2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. (Tesis de maestría). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15347>

Coloma, E. (2019). *La parte humana del BIM: tres estudios*. Recuperado de <https://journalbim.org/?journal=jb&page=article&op=view&path%5B%5D=6&path%5B%5D=12>

Construction Global Magazine (2020), *Will AR transform hospital construction?* Recuperado de <https://constructionglobal.com/technology-and-ai-1/will-ar-transform-hospital-construction>

Contreras et al. (2018). *Integración entre Building Information Modeling y Project Management Institute como propuesta metodológica para la gestión de proyectos*. Recuperado de

<https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/106/122>

Cubix. (2017). *The evolution of BIM - driving efficiency and effective project delivery*. Recuperado de <http://cubixglobal.com.au/project-delivery-bim-efficiency-effective-project-delivery/>

Daniotti et al. (2019). *Collaborative working in a BIM environment (BIM platform)*. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-32889-4_4

Deng, Y., Gan, V. J., Das, M., Cheng, J. C., & Anumba, C. (2019). *Integrating 4D BIM and GIS for construction supply chain management*. Journal of construction engineering and management, 145(4), 04019016. Recuperado de <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001633>

Díaz, J. (2019). *Gestión de proyectos utilizando las herramientas BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial*. Recuperado de <http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3785/CIVIL%20%20Jos%C3%A9%20Alfredo%20D%C3%ADaz%20Linarez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Eliash, A. (2015). *Entendiendo el uso de BIM en los procesos de diseño y coordinación de especialidades en Chile*. (Tesis de maestría). Recuperado de <https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/07/Entendiendo-el-Uso-de-BIM-en-los-Procesos-de-Dise%C3%B1o-y-Coordinaci%C3%B3n-de-Especialidades-en-Chile-.pdf>

EUROBIM (2020) *Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector*. Co-funded by the European Union. Recuperado de http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2017/07/EUBIM_Handbook_Web_Optimized-1.pdf

Farias, M., Bastos, D., & De Andrade Marques, E. (2020). *Information workflow proposal for integrating cost estimating, scheduling, and monitoring with BIM in SMEs*. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ac/v21n2/1678-8621-ac-21-02-113.pdf>

Gutiérrez, K., & Godoy, P. (2020). *Estándares y trabajo colaborativo como parte de la enseñanza BIM en educación superior*. *Revista Pensamiento Académico*, 3(1), 168-185. Recuperado de <http://www.revistapensamientoacademico.cl/index.php/Repeac2/article/download/61/70>

Hermoso, M., Terrados, J., Valderrama, J., & Orejón, R. (2019). *BIM as a didactic tool in project engineering. The methodological experience of the 1st master BIM-DGP in Ujaen*. Recuperado de http://dspace.aeipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2370/AT09-008_2019.pdf?sequence=1

Hernandez, R., Fernández, C. y Baptista, P., (2014) *Metodología de la Investigación*. (6° ed.). Mexico: Mc Graw Hill Education.

Jobim, C., Gonzalez, M. & Edelweiss, R. (2017). *Analysis of the implementation of BIM technology in project and building firms in 2015 in a Brazilian city*. Recuperado de https://www.scielo.cl/pdf/ric/v32n3/en_0718-5073-ric-32-03-00185.pdf

- Lozano, A., Hermoso, M., Gago A., & De la Morena. E. (2018). *Establishment of didactic methology for the constructio of a model BIM 4D and 5D developed from a modeled industrial building in 3D. Cost analysis and simulated execution planning.* Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/329230613_establishment_of_a_didactic_methodology_for_the_construction_of_a_model_bim_4d_and_5d_developed_from_a_modeled_industrial_building_in_3d_cost_analysis_and_simulated_execution_planning
- Marín, D. & Cuartas, J. (2014). *Teorías del análisis y diseño organizacional: una revision a los postulados contingentes y de la co-alineadcion estrategica.* SIU de la Fundación Universidad Autonoma de Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/reader/194806730>
- Martínez, S. (2019). *Propuesta de una metodología para implantar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación.* Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1935/CIV-MAR-AYA-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marulanda, N., Hincapié, E. & Echeverry, F. (2016). *Characterization of the implementation of lean manufacturing vs theory of constraints: Colombia case study.* Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a16v37n25/16372524.html>
- Medina, P., Salomon, N., &Gómez, R. (2020). *Evaluación de la estimación de metrado para los costos de la partida de arquitectura de una obra retail en lima en el 2019 con la implementación BIM.* Recuperado de http://www.scielo.org.bo/pdf/riyd/v20n1/v20n1_a12.pdf

- MEF (2020). *Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas*. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/anexo_RD007_2020EF.pdf
- Mendez, R. (2019). *Implementación de modelos BIM en programa mantenimiento de infraestructura hospitalaria Villa El Salvador 2018*. (Tesis de maestría). Recuperado de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14701/Tesis_65516.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Miceli et al. (2017). *Contribution to the study of collaborative working in BIM-based projects in the context of public works*. Recuperado de <https://www.iaarc.org/publications/fulltext/ISARC2017-Paper132.pdf>
- Millasaky, C. (2018). *Cuantificación de los beneficios económicos de subcontratar servicios BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño para proyectos de edificaciones en lima Metropolitana*. (Tesis de Titulo). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12112>
- Mirzaei, A. et al. (2019). *4D-BIM dynamic time-space conflict detection and quantification system for building construction projects*. Recuperado de <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001504>
- Molina et al. (2019) *Evaluación técnico-económica de modelación y coordinación BIM en proyectos de edificación de mediana envergadura: un caso de estudio*. Recuperado de <https://journalbim.org/?journal=jb&page=article&op=view&path%5B%5D=4&path%5B%5D=14>

Moncada, J. (junio, 2019). *Origen La teoría crítica de la tecnología: revisión de conceptos*. Revista Oratores. Número 10.
<https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/oratores/article/view/314/650>

Moreno, M. (2020). *Influencia de herramientas BIM en la coordinación de seguridad y salud en fase de diseño de un taller de mantenimiento de maquinaria pesada*. Recuperado de <https://journalbim.org/?journal=jb&page=article&op=view&path%5B%5D=14&path%5B%5D=21>

Namhyuk, H. et al. (2020). *Optimal BIM staffing in construction projects using a queueing model*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580519301761>

Norberg, R. y Brantitsa, E. (2018). Norberg, R. & Brantitsa, E. (2018). *BIM Implementation in the Production Phase of the Construction Process* (Master's thesis). Recuperado de <https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/256315/1/256315.pdf>

NORMA ISO 19650. (2019) *Introduzione alla serie parti 1 e 2, BuildingSMART Spanish Chapter*. España. Recuperado de <https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650-1/>

Ortega, M. (2020). *Los Beneficios de la Industrialización en la construcción*. Recuperado de <https://journalbim.org/?journal=jb&page=article&op=view&path%5B%5D=11&path%5B%5D=18>

Poma, M. & Poma, R. (2020). *Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas - Guía de interpretación*. Recuperado de <https://scio.pe/2020/08/09/lineamientos-para-la-utilizacion-de-la-metodologia-bim-en-las-inversiones-publicas-guia-de-interpretacion/>

Porras, H. et al. (2015). *Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tecnologías "Building Information Modeling"*. Recuperado de https://www.academia.edu/34235249/METODOLOG%3%8DA_PARA_LA_ELABORACI%3%93N_DE_MODELOS_DEL_PROCESO_CONSTRUCTIVO_5D_CON_TECNOLOG%3%8DAS_BUILDING_INFORMATION_MODELING_METHODODOLOGY_FOR_MODELLING_THE_CONSTRUCTION_PROCESSES_5D_WITH_TECHNOLOGIES_BUILDING_INFORMATION_MODELING

Porras, H. et al. (2015). *Tecnologías "Building information modeling" en la elaboración de presupuesto de construcción de estructuras en concreto reforzado*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n1/v11n1a17.pdf>

Punta, J. (2020). *Modelado en entorno MEP de la construcción de una nave industrial destinada al deposito de mercancías. Interferencias en instalaciones*. Recuperado de <https://journalbim.org/?journal=jb&page=article&op=view&path%5B%5D=13&path%5B%5D=20>

Ramos, J. (2018) *Eficiencia de la metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Puno, 2017-2018*. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10636>

Resolución Ministerial 242-2019-Vivienda (2019). *Proyecto de Resolución Ministerial que aprueba los Lineamientos Generales para el uso del BIM en*

proyectos de construcción. El Peruano Normas Legales. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/343163/RM_-_242-2019-VIVIENDA.pdf

Ríos, K. (2019). *Implementación de la tecnología BIM en la etapa de diseño en una empresa constructora inmobiliaria* (Tesis de maestría). Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622776/R%20c3%ados_sk.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Souza, E. (2019). *Cómo BIM puede aumentar la eficiencia al renovar edificios.* Recuperado de <https://www.archdaily.pe/pe/928765/como-bim-puede-aumentar-la-eficiencia-al-renovar-edificios>

Souza, E. (2021). *BIM e design digital: ¿Como a madeira engenheirada sai da fábrica ao canteiro de obras?* Recuperado de <https://www.archdaily.pe/pe/959417/bim-y-diseno-digital-el-camino-de-la-madera-maciza-entre-la-fabrica-y-la-obra>

Spiering, J., Barros, & J. Xavier, M.(2020). *BIM maturity model education institutions.* Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ac/v21n2/1678-8621-ac-21-02-131.pdf>

Tula, F. & Giuliano, G. (2015). *La teoría crítica de la tecnología: revisión de conceptos.* Recuperado de <https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/344/06-R2015v21n41.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valderrama, S. (2013), *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* (2 ed.) Peru: UNMSM

Wang, L. et al. (2018). *Application of BIM technology in interference check in construction work*. Recuperado de <https://www.atlantis-press.com/proceedings/iceep-18/25901283>

Wong, M. (2019) *How BIM technology is improving energy efficiency in construction*. Recuperado de <https://esub.com/blog/how-bim-technology-is-improving-energy-efficiency-in-construction/>

Xun, S. (2017). *Using Building Information Modelling to achieve Lean principles by improving efficiency of work teams*. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15623599.2017.1382083>

Ybañez, J. (2018). *BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa el Salvador, Lima 2018*. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26425/Yba%C3%B1ez_MJB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yu-Cheng, L. & Hiu-Hsuan, Y. (2018). *A framework for collaboration management of BIM model creation in architectural projects*. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3130/jaabe.17.39>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: Metodología BIM en la mejora de diseños de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., 2021				
AUTOR: JOSUE ENRIQUE SALAS ROA				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	
<p>Problema principal:</p> <p>¿De qué manera la metodología BIM mejora el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>PE1: ¿De qué manera la metodología BIM mejora la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?</p> <p>PE2: ¿De qué manera la metodología BIM mejora</p>	<p>Objetivo principal:</p> <p>Determinar de qué manera la metodología BIM mejora el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>OE1: Determinar de qué manera la metodología BIM mejora la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p> <p>OE2: Determinar de qué manera la metodología BIM</p>	<p>Hipótesis principal:</p> <p>La metodología BIM mejora significativamente el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p> <p>Hipótesis específicos:</p> <p>HE1: La metodología BIM mejora significativamente la eficiencia en el desarrollo de documentación técnica en el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p> <p>HE2: La metodología BIM mejora significativamente la detección de interferencias</p>	<p>Variable - 1: Metodología BIM</p>	
			<p>Variable - 2: Diseño de Proyectos Civiles</p>	
			Indicadores	Unidad de medida
			Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica	Unidad
			Detección de interferencias	Unidad
Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario	Porcentaje			

TÍTULO: Metodología BIM en la mejora de diseños de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., 2021

AUTOR: JOSUE ENRIQUE SALAS ROA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>la detección de interferencias en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?</p> <p>PE3: ¿De qué manera la metodología BIM mejora el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021?</p>	<p>mejora la detección de interferencias en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p> <p>OE3: Determinar de qué manera la metodología BIM mejora el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de Proyectos Civiles en la empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p>	<p>en el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p> <p>HE3: La metodología BIM mejora significativamente el tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario en el diseño de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021</p>	

Metodología

TIPO Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA POR UTILIZAR
<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Diseño: Experimental - Experimental puro</p>	<p>Población: 50 observaciones</p> <p>Tamaño de muestra: 50 observación</p> <p>Muestreo: Probabilístico de tipo Aleatorio simple</p>	<p>Técnicas: Observación</p> <p>Instrumentos: Guía de observación</p>	<p>Descriptiva: Para el análisis descriptivo, se usará tablas y figuras, exponiendo medidas de tendencia central usando la media, se realizará su interpretación o lectura por cada indicador.</p> <p>Inferencial: Para el análisis inferencial, se comprobará la normalidad de los datos obtenidos mediante la prueba de Test de Shapiro Wilk; Además, se usará para la contratación de la hipótesis la prueba no paramétrica de los rangos con signos de Wilcoxon.</p>

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de Proyectos Civiles	Se define diseño de proyectos civiles como la etapa donde se forma las ideas y conceptos planeado, a su vez es aquel momento en donde se organiza cuáles serán las fases de creación, y se podrá así ver el tiempo de cada una de estas fases teniendo como referencia la fecha de entrega del proyecto. En la fase de corrección y cambio se ajusta los diseños según los requerimientos, y esto de desarrolla mediante el uso de software de modelado 3D, donde a la vez los archivos CAD pueden ser exportados e importados de otros softwares, ya que siendo un sistema de trabajo colaborativo estos programas están hechos para vincularse. Además, esta vinculación se pueden fusionar especialidades para evaluar las interacciones entre 2 o más especialidades. (Medina, 2020)	El diseño de proyectos civiles fue medida por tres indicadores (a) Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica, (b) Detección de interferencias, (c) Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario, teniendo en los dos primeros la escala de medida de unidades y el ultimo de porcentaje, y para el instrumento de recolección de datos se utilizó guía de observación para los tres indicadores	Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica $x = \frac{\text{Horas hombre empleada}}{\text{Metro cuadrado diseñado}}$	Tiempo
			Detección de interferencias $x = \frac{\text{Cantidad de interferencias detectadas}}{\text{Cantidad de especialidades examinadas}}$	Cantidad
			Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario $x = \frac{\text{Horas hombre empleadas} \times 100}{\text{Horas hombre proyectadas}}$	Porcentual

Anexo 3: Instrumento de Recolección de Datos

Indicador N° 1: Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica

Guía de observación de medición del indicador Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica				
Investigador:		Josue Enrique Salas Roa		
Proceso observado:		Diseños de Proyectos Civiles		
Pre-Test				
N° de Obs.	Fecha	Horas hombre empleada (hh)	Metros cuadrados diseñados (m2)	Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica = (Horas hombre) / (Metros cuadrados diseñados)
1				
2				
3				
4				
5				
N				

Guía de observación de medición del indicador Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica				
Investigador:		Josue Enrique Salas Roa		
Proceso observado:		Diseños de Proyectos Civiles		
Post-Test				
N° de Obs.	Fecha	Horas hombre empleada (hh)	Metros cuadrados diseñados (m2)	Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica = (Horas hombre) / (Metros cuadrados diseñados)
1				
2				
3				
4				
5				
N				

Indicador N° 2: Detección de interferencias

Guía de observación de medición del indicador detección de interferencias				
Investigador:		Josue Enrique Salas Roa		
Proceso observado:		Diseños de Proyectos Civiles		
Pre-Test				
N° de Obs.	Fecha	Cantidad de interferencias detectadas (Und)	Cantidad de especialidades examinadas (Und)	Detección de interferencias = (cantidad de interferencias detectadas) / (cantidad de especialidades examinadas)
1				
2				
3				
4				
5				
N				

Guía de observación de medición del indicador detección de interferencias				
Investigador:		Josue Enrique Salas Roa		
Proceso observado:		Diseños de Proyectos Civiles		
Post-Test				
N° de Obs.	Fecha	Cantidad de interferencias detectadas (Und)	Cantidad de especialidades examinadas (Und)	Detección de interferencias = (cantidad de interferencias detectadas) / (cantidad de especialidades examinadas)
1				
2				
3				
4				
5				
N				

Indicador N° 3: Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario

Guía de observación de medición del indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario				
Investigador:		Josue Enrique Salas Roa		
Proceso observado:		Diseños de Proyectos Civiles		
Pre-Test				
N° de Obs.	Fecha	Horas hombre empleadas (hh)	Horas hombre proyectadas (hh)	Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario = (horas hombre empleadas) / (horas hombre proyectadas) x 100
1				
2				
3				
4				
5				
N				

Guía de observación de medición del indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario				
Investigador:		Josue Enrique Salas Roa		
Proceso observado:		Diseños de Proyectos Civiles		
Post-Test				
N° de Obs.	Fecha	Horas hombre empleadas (hh)	Horas hombre proyectadas (hh)	Tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario = (horas hombre empleadas) / (horas hombre proyectadas) x 100
1				
2				
3				
4				
5				
N				

Anexo 4: Certificado de Validación del Instrumento de Recolección de Datos
Validación del Experto N°1

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: METODOLOGÍA BIM

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	EFICIENCIA EN EL DESARROLLO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA $x = \frac{\text{Horas hombre empleada}}{\text{Metro cuadrado diseñado}}$	X		X		X		NINGUNA
2	DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS $x = \frac{\text{Cantidad de interferencias detectadas}}{\text{Cantidad de especialidades examinadas}}$	X		X		X		NINGUNA
3	TIEMPO DE TRABAJO COLABORATIVO MULTIDISCIPLINARIO $x = \frac{\text{Horas hombre empleadas} \times 100}{\text{Horas hombre proyectadas}}$	X		X		X		NINGUNA

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENTE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez evaluador: Padilla Pichen, Santos Ricardo

DNI: 18845637

12 de mayo del 2021

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [X] Doctor []



SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51630

Firma del Experto Informante

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Validación del Experto N°2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: METODOLOGÍA BIM

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	EFICIENCIA EN EL DESARROLLO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA $x = \frac{\text{Horas hombre empleada}}{\text{Metro cuadrado diseñado}}$	X		X		X		NINGUNA
2	DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS $x = \frac{\text{Cantidad de interferencias detectadas}}{\text{Cantidad de especialidades examinadas}}$	X		X		X		NINGUNA
3	TIEMPO DE TRABAJO COLABORATIVO MULTIDISCIPLINARIO $x = \frac{\text{Horas hombre empleadas} \times 100}{\text{Horas hombre proyectadas}}$	X		X		X		NINGUNA

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENTE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez evaluador: Benites Zúñiga, José Luis

DNI: 42414842

12 de mayo del 2021

Especialista: Metodólogo [X] Temático []


Grado: Maestro [X] Doctor []

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

Validación del Experto N°3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: METODOLOGÍA BIM

Nº	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	EFICIENCIA EN EL DESARROLLO DE DOCUMENTACION TECNICA $x = \frac{\text{Horas hombre empleada}}{\text{Metro cuadrado diseñado}}$	X		X		X		
2	DETECCION DE INTERFERENCIAS $x = \frac{\text{Cantidad de interferencias detectadas}}{\text{Cantidad de especialidades examinadas}}$	X		X		X		
3	TIEMPO DE TRABAJO COLABORATIVO MULTIDISCIPLINARIO $x = \frac{\text{Horas hombre empleadas} \times 100}{\text{Horas hombre proyectadas}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENTE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez evaluador: Visurraga Agüero, Joel Martin

DNI: 10192315

29 de mayo del 2021

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Dr. Joel Martín Visurraga Agüero

Anexo 5: Base de datos

Item	Indicador 1		Indicador 2		Indicador 3	
	I1PreTest	I1PostTest	I2PreTest	I2PostTest	I3PreTest	I3PostTest
1	0.029	0.012	1.000	1.667	0.750	0.500
2	0.032	0.015	0.333	1.000	1.000	0.750
3	0.044	0.020	0.667	1.667	0.875	0.625
4	0.040	0.017	0.667	1.667	0.875	0.625
5	0.033	0.014	0.667	1.333	0.875	0.625
6	0.050	0.019	0.667	1.000	1.000	0.875
7	0.047	0.018	1.000	1.333	0.750	0.500
8	0.032	0.014	0.333	1.000	1.000	0.750
9	0.044	0.021	1.000	1.667	0.875	0.750
10	0.053	0.025	1.667	2.333	0.750	0.625
11	0.026	0.015	0.333	1.000	0.625	0.500
12	0.031	0.014	0.667	1.333	0.750	0.500
13	0.046	0.025	1.000	1.667	1.000	0.750
14	0.036	0.017	0.333	1.000	0.875	0.625
15	0.046	0.023	0.333	1.000	0.875	0.625
16	0.067	0.025	0.667	1.667	1.000	0.750
17	0.071	0.032	1.000	2.000	0.750	0.500
18	0.057	0.027	0.667	1.333	0.750	0.500
19	0.067	0.029	0.667	1.333	1.000	0.750
20	0.046	0.025	1.333	2.333	1.000	0.750
21	0.028	0.015	1.333	2.000	0.875	0.625
22	0.023	0.011	0.333	1.000	1.000	0.750
23	0.053	0.019	0.667	1.333	0.750	0.625
24	0.025	0.013	0.667	1.333	1.000	0.750
25	0.038	0.019	0.667	1.667	0.750	0.500
26	0.025	0.012	0.333	1.000	0.875	0.625
27	0.038	0.018	0.667	1.333	0.750	0.500
28	0.067	0.029	0.667	1.667	1.000	0.875
29	0.046	0.023	1.000	2.333	1.000	0.875
30	0.031	0.012	1.333	2.667	0.750	0.500
31	0.034	0.016	0.667	1.667	0.875	0.750
32	0.076	0.027	1.000	2.667	0.750	0.500
33	0.029	0.014	1.000	2.000	0.875	0.625
34	0.026	0.011	1.000	2.333	1.000	0.750
35	0.041	0.022	0.667	1.667	0.750	0.500
36	0.035	0.018	0.667	1.333	1.000	0.750
37	0.053	0.025	1.333	2.000	0.875	0.625
38	0.050	0.021	1.000	1.667	0.750	0.500
39	0.028	0.014	1.333	2.333	0.875	0.625
40	0.044	0.021	0.333	1.000	0.875	0.625

Item	Indicador 1		Indicador 2		Indicador 3	
	I1PreTest	I1PostTest	I2PreTest	I2PostTest	I3PreTest	I3PostTest
41	0.032	0.013	0.667	1.667	0.875	0.750
42	0.068	0.025	0.667	1.667	0.750	0.625
43	0.028	0.013	0.667	2.000	0.750	0.500
44	0.029	0.014	1.000	1.667	0.875	0.625
45	0.040	0.019	1.667	2.333	1.000	0.750
46	0.025	0.012	0.667	1.333	1.000	0.625
47	0.029	0.013	0.333	1.000	0.875	0.500
48	0.052	0.023	0.667	1.333	0.875	0.625
49	0.032	0.012	1.000	1.667	1.000	0.750
50	0.029	0.012	1.333	2.333	0.875	0.625

Anexo 6: Autorización de la investigación



CONSTANCIA

El que suscribe, **GERENTE DE PROYECTOS** de la empresa **FORNAX PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.** con Numero de RUC: 20603655622, quien consta:

Que, el **Ing. Josue Enrique Salas Roa**, identificado con DNI: **47574963**, alumno de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Dirección de Empresas de la Construcción de la Escuela de Postgrado de la Universidad "Cesar Vallejo", empezara a realizar su investigación titulada "Metodología BIM en la mejora de diseños de Proyectos Civiles en la Empresa Fornax Proyectos y Construcción S.A.C., Lima 2021". Autorizándose la aplicación del instrumento respectivo a las actividades que se vienen desarrollando en la empresa, para lo cual se brinda toda la información necesaria y facilidades de acuerdo a sus requerimientos

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente



Lima, 5 de mayo del 2021

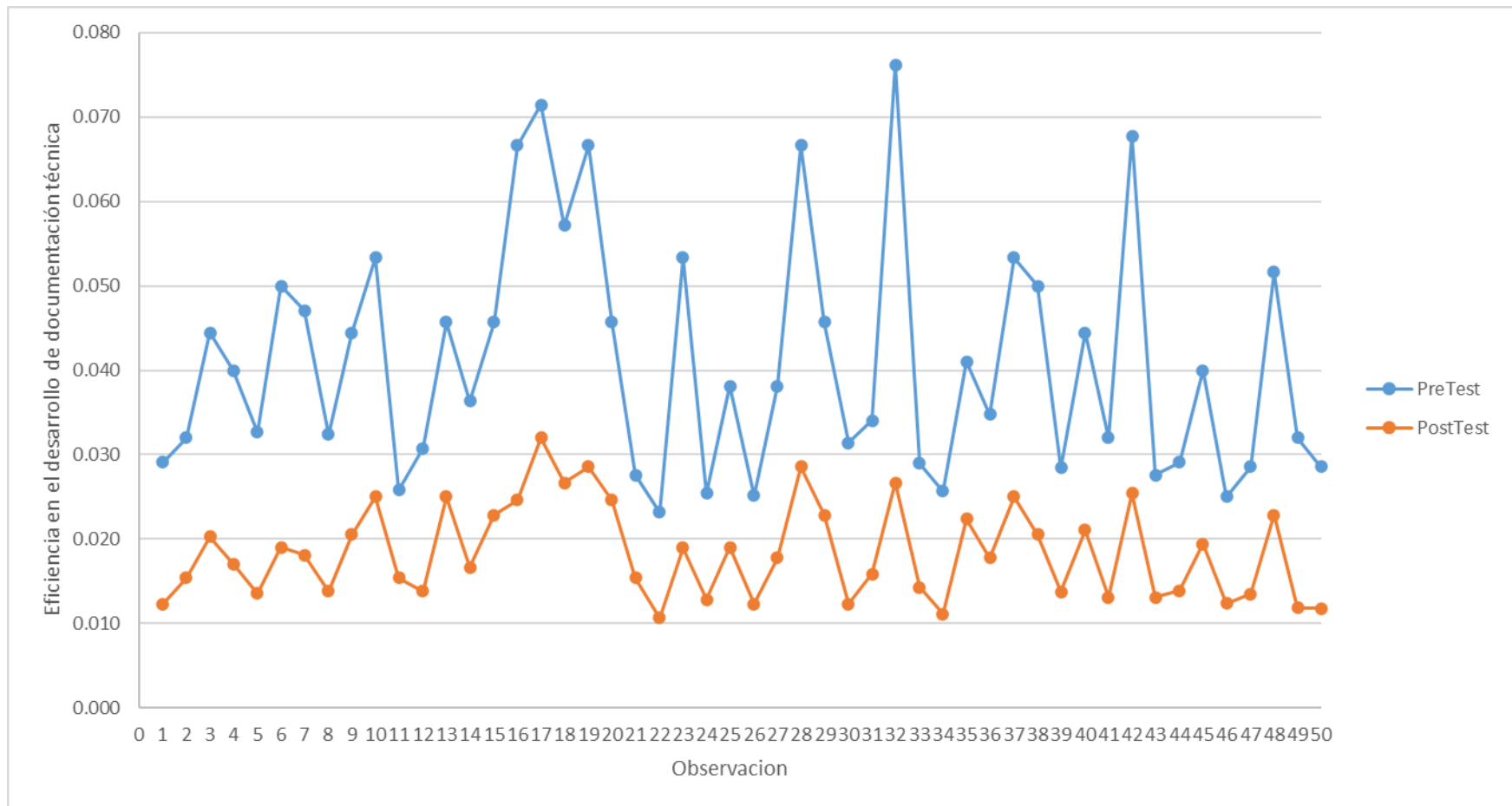
FORNAX PROYECTOS Y CONSTRUCCION S.A.C.


ING. MARIO ABEL VERA YALICO
GERENTE DE PROYECTOS
CIP N° 255189

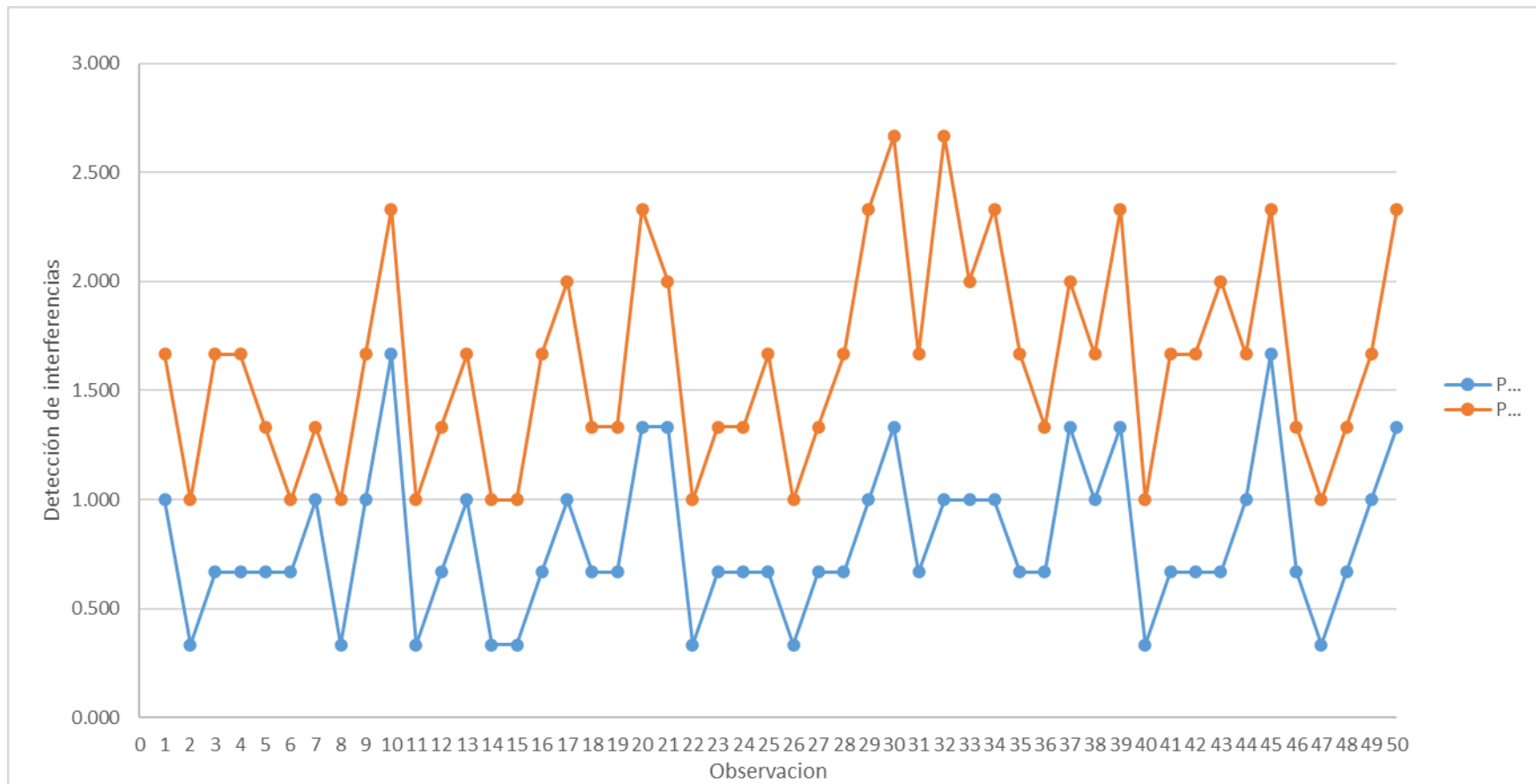
.....
Ing. Mario Abel Vera Yalico
GERENTE DE PROYECTOS

Anexo 7: Comportamiento de las medidas descriptivas

Indicador 1: Comportamiento de las medidas descriptivas del indicador Eficiencia en el desarrollo de documentación técnica Antes y después de la implementación de la metodología BIM



Indicador 2: Comportamiento de las medidas descriptivas del indicador detección de interferencias Antes y después de la implementación de la metodología BIM



Indicador 3: Comportamiento de las medidas descriptivas del indicador tiempo de trabajo colaborativo multidisciplinario Antes y después de la implementación de la metodología BIM

