



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Metodología BIM en la etapa de licitación para optimizar la
productividad del proceso de presupuestos en la empresa
constructora DVC, Lima 2022

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la Construcción

AUTOR:

Ing. Tananta Tejeda, Jenri Luis (ORCID:0000-0003-0328-438X)

ASESOR:

Mg. Cardeña Peña, Jorge (ORCID: 0000-0003-3176-8613)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de empresas de la construcción

LÍNEAS DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi padre con mucho amor, porque me enseñó a conocer el mundo de la construcción con su ejemplo, honestidad, dedicación y humildad siendo siempre la motivación de todos los proyectos trazados.

Agradecimiento

A mi esposa por ser la compañera ideal, amiga incondicional por la paciencia en todo momento a ella con todo cariño y amor.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	66

Índice de Tablas

Tabla 1. Ficha técnica de instrumento.....	19
Tabla 2 Validación de instrumentos por expertos.....	20
Tabla 3 Medidas descriptivas de la dimensión eficiencia	30
Tabla 4 Medidas descriptivas de la dimensión BIM 3D	32
Tabla 5 Medias descriptivas de la dimensión BIM 4D	34
Tabla 6 Medidas descriptivas de la dimensión BIM 5D	36
Tabla 7 Resumen de resultado de datos de la dimensión Eficiencia	39
Tabla 8 Prueba de normalidad de la dimensión Eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM.....	39
Tabla 9 Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión Eficiencia.....	40
Tabla 10 Resumen de resultados de datos de la dimensión BIM 3D.....	41
Tabla 11 Prueba de normalidad de la dimensión BIM 3D con la eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM	42
Tabla 12 Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión BIM 3D y la eficiencia	42
Tabla 13 Resumen de resultados de datos la dimensión BIM 4D.....	44
Tabla 14 Prueba de normalidad de la dimensión BIM 4D con la eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM	44
Tabla 15 Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión BIM 4D y la eficiencia	45
Tabla 16 Resumen de resultados de datos de la dimensión BIM 5D.....	46
Tabla 17 Prueba de normalidad de la dimensión BIM 5D con la eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM	47
Tabla 18 Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión BIM 5D y la eficiencia	47

Índice de figuras

Figura 1 Muestra del Pre-test y Post-test de la eficiencia	23
Figura 2 Muestra del Pre-Test del tiempo de proceso por elemento estructural .	24
Figura 3 Muestra del Post-Test del tiempo de proceso por elemento estructural	25
Figura 4 Muestra del pre-test del tiempo programado del proyecto por elemento estructural	26
Figura 5 Muestra del post-test del tiempo programado del proyecto por elemento estructural	27
Figura 6 Muestra del pre-test del costo por elemento estructural.....	28
Figura 7 Muestra del post-test del costo por elemento estructural.....	29
Figura 8 Histograma descriptivo de la dimension eficiencia.....	31
Figura 9 Histograma de la media de la dimensión BIM 3D	33
Figura 10 Histograma descriptiva de la dimensión BIM 4D.....	35
Figura 11 Histograma descriptiva de la dimensión BIM 5D.....	37

Resumen

La presente investigación se desarrolló en la empresa constructora DVC en el área de presupuesto donde se dio respuesta a la problemática encontrada en la organización de como la metodología BIM optimizara la productividad en el proceso de presupuesto en la etapa de licitación, donde se planteó el objetivo general: Determinar en qué medida la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos en la empresa constructora DVC, Lima 2022. Teniendo un enfoque cuantitativo, utilizando una investigación de tipo aplicada de diseño experimental de grado preexperimental.

Se tiene como población el proyecto MA SJL – Sector 2 de la especialidad de estructuras, considerando como muestra las partidas estructurales de cimentación, columna, placa, losa de techo, losa de piso y muro anclado de las partidas de concreto, encofrado y acero. Se aplico la técnica de recolección de datos la observación utilizando como instrumento de recolección de datos la guía de análisis documental.

Teniendo como resultado que la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad, donde se encuentro mejoras en la eficiencia incrementándose en un 2%, también la dimensiones BIM 3D se incrementó en un 18%, la dimensión BIM 4D en 14% y la dimensión BIM 5D disminuyo el costo en S/ 42,147.83 soles.

Palabras clave: Metodología BIM, Eficiencia, Productividad.

Abstract

The present investigation was developed in the construction company DVC in the budget area where the problem found in the organization of how the BIM methodology will optimize productivity in the budget process in the bidding stage was answered, where the objective was raised. General: Determine to what extent the BIM methodology in the bidding stage optimizes the productivity of the budget process in the construction company DVC, Lima 2022. Having a quantitative approach, using an applied research of experimental design of pre-experimental degree.

The population is the project MA SJL - Sector 2 of the specialty of structures, considering as a sample the structural items of foundation, column, plate, ceiling slab, floor slab and anchored wall of the items of concrete, formwork and steel. The observation data collection technique was applied using the documentary analysis guide as a data collection instrument.

Having as a result that the BIM methodology in the bidding stage optimizes productivity, where improvements in efficiency are found, increasing by 2%, also the 3D BIM dimensions increased by 18%, the 4D BIM dimension by 14% and the BIM 5D dimension reduced the cost by S/ 42,147.83 soles.

Keywords: BIM Methodology, Efficiency, Productivity.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existen países referentes en la implementación de la metodología Modelo de Información para la Construcción (Building Information Modeling - BIM) a nivel normativo en el sector público, en Europa países como Reino Unido, Finlandia, Dinamarca y España, en Asia países como Singapur, Corea y Japón, también está Australia y Estados Unidos todos ellos ya con normativa obligatorio en metodología BIM, donde se está evidenciando las mejoras que se obtienen en todo el ciclo de vida de un proyecto (Salinas & Prado, 2019). Un estudio realizado por McKinsey & Company evidencia que el 75% de empresas que implementaron el uso de la metodología BIM, obtuvieron un retorno favorable de su inversión, además que la digitalización de los procesos de trabajo aporta múltiples beneficios, en el caso de un proyecto de túnel en Estados Unidos la empresa contratista implemento una plataforma de licitación con el uso BIM teniendo como resultado el ahorro en tiempo de 20 horas hombre reduciendo a un 75% el tiempo en la creación de informes, también en un proyecto ferroviario de \$ 5 mil millones se logró un ahorro de \$ 110 millones mediante la automatización de procesos de trabajo, esto se reflejó en el aumento de la productividad (Agarwal et al., 2016)

En el ámbito regional se tiene la organización de países Latinoamericanos que es la Red BIM, que está integrada por los países de Uruguay, Argentina, Colombia, Chile, Perú, Costa Rica, México y Brasil, se creó esta organización con el objetivo de impulsar el crecimiento de la productividad en el sector construcción mediante la aplicación de la metodología BIM, de esta manera el compromiso de todos los países de la región es implementar la transformación digital en la industria de la construcción para impulsar el crecimiento económico (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021). Como se evidencia en la investigación de Vallade (2019), en un estudio aplicativo donde implemento la metodología BIM realizando una comparación con la metodología tradicional donde utilizando BIM se logra tener una diferencia de utilidad neta del 2% más que la metodología tradicional que se obtiene al reducir tiempo programado y el costo en la elaboración del presupuesto.

En el Perú, la metodología BIM se viene implementando de manera progresiva en sector público donde se estableció hitos a corto, mediano y largo plazo mediante el Plan BIM Perú, al 2021 implementar el plan piloto aplicado a la metodología BIM, al 2030 obligatoriedad del BIM en todo el sector público (MEF,

2021). De esta forma también incluye al sector privado donde se viene implementando la metodología BIM en las empresas constructoras, esto nos indica Murguía et al., (2021), en su segundo estudio de adopción BIM que el índice más alto está en construcciones de viviendas, oficinas y hoteles que va del 80% al 100%, centro educativos 67%, centro comerciales 43%, edificaciones multifamiliares 31%, esto es un claro indicador que las empresa constructoras están implementado la metodología BIM en sus procesos.

Actualmente la empresa De Vicente Constructora S.A.C (DVC), se dedica a la ejecución de proyectos de construcción en el sector privado en el área de Retail, Industria, Vivienda, Educación, Hotelera, Hospitalaria y Religioso. En el área de estudio de presupuestos no se tiene implementado la metodología BIM, realizando el estudio de sus propuestas con métodos tradicionales, utilizando el Autocad que es una herramienta de dibujo enfocado principalmente en dibujos 2D que se trabaja de manera conjunta con hojas de cálculo de Excel para cuantificar las cantidades de materiales a utilizar en los proyectos, se utiliza el software presto para la estimación de sus costos y el MS Project para calcular el tiempo de ejecución del proyecto en estudio, todo esto se trabaja de manera aislada y esto hace que exista mucho retrabajo en el proceso de la elaboración del presupuesto generando sobrecosto y pérdida de tiempo.

Por ello esta investigación pretende optimizar la Productividad el proceso de presupuesto mediante la implementación de la metodología BIM en la etapa de licitación.

De esta manera, esta investigación propone la siguiente formulación del **problema general**: ¿En qué medida la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos en la empresa constructora DVC, Lima 2022? Y de esta manera se plantean los **problemas específicos**: i) ¿En qué medida la metodología BIM en su dimensión 3D, mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022?, ii) ¿En qué medida la metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022?, iii) ¿En qué medida la metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022?

La justificación de la investigación es para mencionar las razones del porqué de nuestro estudio y cómo por medio de ella podemos demostrar lo importante y necesario que es para la sociedad o el lugar de estudio (Hernández & Mendoza, 2018); de esta manera la justificación práctica es aquella que impulsa al investigador a incrementar su conocimiento o plantear soluciones a problemas o necesidades que se puedan dar en su entorno (Méndez Álvarez, 2012), por este motivo la investigación se justifica desde el enfoque práctico porque la aplicación de la metodología BIM mejora la productividad del proceso de presupuesto en la etapa de licitación, automatizando el flujo de trabajo en obtener los metrados, la planificación del proyecto y la presentación de un presupuesto competitivo, automatizando las dimensiones 3D, 4D y 5D del BIM incrementando la eficiencia en la elaboración del presupuesto cumpliendo los objetivos planteados por la empresa. Por otro lado la justificación metodológica es el aporte de técnicas e instrumentos que ayudan al estudio de futuras investigaciones con relación al tipo de investigación o población (Ñaupas et al., 2018), Como justificación metodológica la presente investigación aplico herramientas tecnológicas innovadoras del BIM que permitan mejorar el proceso de presupuesto de un proyecto, también se utilizó la guía de análisis documental que permitió recolectar los datos de manera óptima en tiempo real, instrumento que ayudara a futuras investigaciones para toma de datos generando un mayor conocimiento en el campo de la ingeniería civil en el área de presupuestos en la etapa de licitación. Con respecto a la justificación social es el impacto que tiene la investigación en el entorno social de sus beneficios y alcances de los resultados obtenidos (Hernández & Mendoza, 2018), desde la perspectiva social se justifica la investigación en el aporte a la mejora de calidad de vida y la seguridad de las personas en las edificaciones, teniendo un buen estudio de propuesta se logra obtener un presupuesto que cumpla con toda los estándares de calidad y seguridad, evitando realizar estimaciones que no cumplan con las normas y estándares vigentes, siendo el objetivos principales de la empresa la satisfacción del cliente es preciso recalcar que el cliente final son las personas que dan uso a los centros comerciales, viviendas, centros hospitalarios y centros de estudio, sector que forma parte de la cartera de clientes de la empresa.

Para contestar a las preguntas trazadas anteriormente, es necesario plantear el siguiente **objetivo general**: Determinar en qué medida la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos en la empresa constructora DVC, Lima 2022.; y como **objetivos específicos**: i) Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022, ii) Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022, iii) Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022

Finalmente, se plantea como **hipótesis general**: La metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos en la empresa constructora DVC, Lima 2022 y como **hipótesis específicas**: i) La metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022, ii) La metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022, iii) La metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Desde la perspectiva internacional, destacó Ojeda (2021), en su tesis titulada “Análisis de control presupuestal de una obra de vivienda de interés social, mediante metodología BIM y comparando con el método tradicional CAD. estudio de caso proyecto San Nicolas ubicado en el dorado Meta” su propósito fue identificar los beneficios que brinda la aplicación BIM con respecto al control de cantidades, tiempos y costos, mediante una metodología de enfoque cuantitativo y método aplicada, asimismo tuvo como instrumentos y herramientas los softwares para modelación AutoCAD, Revit y Naviswork y para programación Microsoft Project y Excel. Obtuvo como resultado \$30,132,821 dólares como presupuesto total aplicando la metodología BIM a diferencia del presupuesto tradicional que fue \$32,286,193 dólares permitiendo tener un ahorro de \$2,153,372 dólares, también en el tiempo de ejecución del proyecto de disminuyo de 132 a 52 días reduciendo el tiempo es un 40%, además se tiene 100% de coordinación del proyecto con la aplicación del BIM. Se concluye que el BIM es eficiente dado que comprende todas las fases de un proyecto de construcción a diferencia del AutoCAD.

De acuerdo con la investigación de Andujar et al. (2020), en su investigación titulada “BIM-LEAN as a Methodology to Save Execution Costs in Building Construction—An Experience under the Spanish Framework” tuvo como propósito en mostrar los beneficios que tiene el método de Lean y BIM en los proyectos de construcción. Asimismo, se utilizó la metodología BIM para la compatibilización de planos del proyecto de ampliación de la universidad Alicante de España y para la mejora de producción se aplicó la filosofía Lean, como instrumentos se usó el last Planner, Revit, Naviswork y Carta Balance. Se obtuvo como resultado que se disminuyó un 8.2% las desviaciones de costes de ejecución del proyecto. Se concluye que la fusión de estas dos metodologías permite disminuir los sobrecostos, evitan interferencias y disminuyen los trabajos deficientes.

Asimismo, Belyakov et al. (2020), en su investigación titulada “Improving the calculation of the cost of the construction project using BIM technology” su fin fue mejorar el cálculo de costo de la construcción del proyecto de mejoramiento de las instalaciones del Centro de Congresos “Ekaterinburg-EXPO” con la aplicación de la metodología BIM, mediante requisitos estrictos en cuanto a lo económico, como la reducción del consumo de materiales para obra, eliminación de errores en el

diseño y posibilidad de verificar conflictos en la etapa de desarrollo del modelo, asimismo utilizó los softwares Revit y Naviswork. Se obtuvo que la aplicación de la metodología BIM en el proyecto permitió excluir cambios de diseño, no tener interferencias en el modelado, tener una cantidad exacta de materiales requeridos evitando un sobrecosto. Se concluye que esta herramienta tuvo un buen desempeño teniendo altos índices de rapidez, volumen y calidad del diseño y construcción.

De acuerdo con Vallarde (2019), en su investigación titulada “estudio de la metodología BIM en la gestión de construcción y aplicación demostrativa”, su propósito fue realizar un estudio demostrativo de la aplicación de la metodología BIM en una obra de construcción comparando la metodología BIM con la metodología tradicional, teniendo como resultado en el análisis del tiempo que la metodología BIM reduce el tiempo de ejecución de obra de hasta en un 30% del plazo total, en cuanto al análisis de costo los resultados con la metodología tradicional en comparación con la utilidad total correspondería a un 7% y con el BIM resultó un 5%, concluyendo que la metodología BIM automatiza los procesos mejorando la predictibilidad de los costos, ayudando a la mejor toma de decisiones y de esta manera aumentando la productividad y competitividad.

Por otra parte, Pacheco & Romero (2019), en su investigación titulada “Implementación de la Metodología BIM en el sector de la Construcción para el modelado Virtual Piloto del Bloque 12 de la Universidad de la Costa”, su propósito fue comprobar que, si se puede brindar representaciones más realistas, sin necesidad de una demostración física. Tuvo como metodología la toma de datos en base a la fundamentación teórica, revisión de la documentación del proyecto, modelado en 3D, implementación de la realidad virtual, además contó con softwares como Revit, CAD, Sketchup y Multiplex. Asimismo, realizó un análisis comparativo de los métodos con y sin la utilización del BIM, obteniendo como resultados que el costo del BIM es un 20% del costo total del presupuesto tradicional. Se concluyó que el modelado en BIM permite que el sector construcción se desarrolló de manera más eficaz, evitando pérdidas de materiales, interferencias y sobrecostos.

Por último, Eldeep et al. (2022), en su artículo “Using BIM as a lean management tool in construction processes – A case study” tuvo como fin aplicar la

metodología BIM en un proyecto realizado en el 2015, para aumentar aulas en la Universidad Dammam – Arabia Saudita, cuya metodología fue migrar del expediente técnico de CAD 2D a un rediseño del proyecto con Revit y Navisworks que son herramientas de BIM. Se obtuvo como resultado que el BIM ayudo a minimizar los tiempos de diseño a un 50%, generó un ahorro del 11% del costo total del contrato del proyecto y una reducción del 25% del tiempo establecido en el contrato. Se concluye que la metodología BIM puede detectar errores, omisiones y conflictos antes de la construcción, lo que permitió reducir desperdicios y evitar procesos innecesarios.

A nivel nacional, destaco Quiso et al. (2021), en su artículo titulado “Propuesta para la aplicación de ICE y BIM sesiones para aumentar la productividad en la construcción” tuvo como propósito realizar un estudio que se centre en el desarrollo de una propuesta a través de una metodología que pueda incrementar la productividad en la construcción de edificios. Mediante una metodología virtual de diseño y construcción que se basó en la metodología BIM, la ingeniería concurrente integrada ICE y Last Planner. Donde se aplicó la metodología BIM 3D, 4D Y 5D en la etapa de planificación para luego aplicar el ICE y el Last planner en la etapa de ejecución, se tuvo como instrumentos la carta balance, el Revit, Naviswork, plan maestro y la carta balance, donde se aplicó este estudio en el proyecto Alameda Rimac y se obtuvo como resultado una disminución de interferencias en la etapa de ejecución y ahorro de tiempo de un 27%. Se concluye que el uso de estos métodos en conjunto permite mejorar la curva de la productividad y el porcentaje de plan completado, permitiendo ahorrar tiempo y evitar sobrecostos.

De acuerdo a la investigación de Chirinos y Pecho (2019), en su investigación titulada “Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido”, tuvo como objetivo encontrar las incompatibilidades de proyecto antes de realizar la construcción para evitar sobrecostos generados por un mal estudio del proyecto, mediante una metodología de tipo aplicada y de diseño experimental, asimismo utilizaron los softwares Revit, Autodesk 360 y Naviswork. Obtuvieron como resultado que el costo total del proyecto es de S/.18,044,703.48 y con la metodología BIM se ahorró S/.355,948.42 que viene a ser el 30.24% del monto

total, asimismo la pérdida de utilidad de 7.50% bajo a un 5.23% y por último el costo de implementación del BIM es de S/14,000.00 que es un 0.08% del costo total de la obra en estudio. Se concluye que la aplicación de la metodología BIM permite evitar sobrecostos beneficiando a la empresa constructora y evita extensión de plazos en la ejecución de la obra.

Asimismo, Apaza et al. (2021), en su tesis titulada “Incumplimiento de plazo y costo por la deficiente elaboración de expedientes técnicos, al no utilizar herramientas de la metodología BIM, en el sector público de la región Arequipa. Caso de estudio: Construcción de las Escuelas Profesionales de Ciencias de la Computación e Ingeniería de Telecomunicaciones, distrito, provincia y región Arequipa” tuvo como propósito alcanzar una elaboración eficiente de expedientes técnicos, mediante una metodología de enfoque cuantitativo y de tipo aplicada, asimismo utilizaron instrumentos como Revit y Naviswork. Obtuvo como resultado que la situación actual del lugar de estudio tiene un 19% de deficiencias en arquitectura, un 21% en estructuras, un 38% de deficiencias en las instalaciones eléctricas y un 13% de mobiliario; asimismo se ahorró un 2.28% de S/. 3,777,739.84 soles del presupuesto total. Se concluye que la implementación del BIM en la elaboración de expedientes técnicos permite tener un beneficio económico positivo en la empresa.

Por otra parte, Marín et al. (2021), en su artículo titulado “Implementación de la metodología BIM en el Perú: Una revisión sistemática” tuvo como propósito realizar un estudio sobre la implementación del BIM en entidades privadas. Mediante una metodología de análisis cualitativo documental con un enfoque de evaluación. Asimismo, se tuvo como instrumento la información documental, donde se obtuvo como resultados que son pocas las pequeñas empresas constructoras que utilizan el BIM mayormente son las grandes empresas que implementan esta metodología, también este método permite ahorrar dinero y reducir tiempo. Se concluye que la aplicación de la metodología BIM en el Perú, se viene realizando en la gestión de proyectos de edificaciones de gran envergadura, donde su ventaja más importante es que permite modelar de una manera eficiente la estructura con sus 4 especialidades.

Por último, Murguía (2018), en su artículo titulado “Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao 2017” tuvo como

finalidad realizar un estudio de las edificaciones en Lima y Callao en el año 2017 que hayan adoptado la metodología BIM. Mediante la metodología BIM 3D, 4D Y 5D. Además, se realizó un cuestionario a empresas peruanas que hayan desarrollado proyectos en Lima y Callao, teniendo como resultado que el 80% de empresas encuestadas indicaron la importancia de la implementación BIM en los proyectos de edificación y el 16% aplicó BIM en proyectos de viviendas. Se concluye que poco a poco la metodología BIM se está implementando en las empresas peruanas dejando de lado los métodos tradicionales.

Referenciando las teóricas del presente estudio sobre la metodología BIM, de acuerdo con Eastman et al. (2008), lo define como una tecnología que realiza modelos digitales de construcción y que se vincula por medio de un conjunto de procesos en una plataforma centralizada. En ese sentido se puede añadir que es un método de trabajo que se construye digitalmente modelos 3D de elementos paramétricos y que puede ser utilizado en todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

Según el MEF (2021), define al BIM como una metodología de trabajo participativo para la administración de la información que se consolida con la colaboración de todos los responsables involucrados donde se conectan mediante una plataforma de trabajo, donde el modelo digital es utilizado en sus diferentes dimensiones para el cumplimiento del objetivo planteado.

De acuerdo con Murguía et al. (2021), en su segundo estudio de adopción BIM, según los resultados de las encuestas realizadas el 75% define al BIM como una metodología de trabajo donde se involucra a todos los responsables de cada especialidad mediante una plataforma para el trabajo colaborativo y el 25% lo considera como una tecnología para identificar errores o incompatibilidades. De esta manera se puede apreciar que los dos grupos conceptualizan al BIM como una tecnología o metodología, de esta manera el BIM es una metodología que utiliza la tecnología para poder desarrollarse en las diferentes etapas de un proyecto.

Por otro lado, el BIM de acuerdo con Sepasgozar et al. (2022), define como una combinación de herramientas, métodos y tecnología que permite el registro digital inteligente para la esquematización del edificio, su rendimiento y su posterior funcionamiento,

Desde el punto de vista de Lin et al. (2022), esta metodología se expone como el ciclo de vida de un proyecto, se concibe como una actividad que da lugar a la creación de un modelo de información, que luego se utiliza como base para una técnica de colaboración que combina herramientas, procedimientos y tecnología digital para generar información y documentación a lo largo del ciclo de vida del proyecto con el fin de garantizar su eficacia y eficiencia.

Por otra parte la teoría de las dimensiones de la metodología BIM, Zaker (2019), indica que la metodología BIM cuenta con siete dimensiones las cuales son la idea (1D), boceto (2D), modelo (3D), tiempo (4D), costo (5D), análisis de sostenibilidad (6D) y gestión del ciclo de vida (7D); en el que Rodrigues et al. (2022), donde la primera dimensión es cuando se expone la idea inicial, incluyendo la información disponible, los puntos de ubicación y ciertas características en cuanto al esquema de la infraestructura, la segunda dimensión es el boceto, en esta fase se caracterizan las propiedades de todo el esquema operativo, a nivel de materiales y cargas de nivel estratégico; la tercera dimensión es el modelo 3D, en la tercera dimensión, se realiza un ajuste del proyecto con la más alta calidad visual posible, la cuarta dimensión es el tiempo, aquí se encuentra la principal característica del BIM, pues a diferencia de otras metodologías, este trabaja con un mayor dinamismo y se pueden gestionar mejor los tiempos (Al-Ashmori et al., 2022). En la quinta dimensión se realiza el análisis y la estimación de presupuesto, así como el seguimiento y control del proyecto mientras éste avanza o se modifica; introduciendo todos los elementos sin alterar los márgenes presupuestales definidos en la fase planificación, es muy sencillo para generar el presupuesto en cualquier fase de la infraestructura; en la sexta dimensión se realiza el análisis de sostenibilidad para determinar cuál de las alternativas posibles es la más adecuada, evaluando su qué tan significativo es; y por último, se realiza la dimensión de gestión del ciclo de vida para determinar qué tamaño debe tener la infraestructura, el paso a paso y la distribución de actividades para su control y afinamiento (Zaker, 2019).

Con respecto a los usos de la metodología; según Pinti et al. (2022), en la actualidad, los expertos del sector de la construcción utilizan ampliamente el BIM, principalmente en la fase de modelado; pero BIM no sólo proporciona un modelo en 3D, sino también información importante organizada internamente, jerarquizada

y estructurada; en función de las especializaciones, esto permite acceder directamente a la base de datos de modelado; por ello, la demanda de nuevas aplicaciones basadas en tecnologías como el BIM está creciendo, para utilizar BIM, la empresa debe especificar primero su uso y objeto de inversión, a partir de los cuales se emplearán elementos de BIM; para producir un proyecto de calidad, las partes implicadas en la fase del ciclo de inversión deben intercambiar información; por ello, las instituciones deben utilizar BIM desde el inicio del proyecto ya que brinda el soporte para la ejecución coherente del presupuesto definido.

En cuanto a la coordinación de la Información, según Sun & Liu (2022), es el acto de coordinar el desarrollo de un proyecto o estructura por parte de todos los interesados, utilizando software y plataformas que soportan múltiples formatos de intercambio de información, a partir de ello se modele la información para analizar con precisión el rendimiento del diseño basándose en parámetros, patrones y situaciones espaciales; por otro lado, el modelado genera recuentos de componentes y materiales para un activo, lo que permite predecir los costes, el diseño profesional de proyectos utiliza el modelado de información para validar aspectos sintéticos y con mucha relevancia visual evitando el mal uso de materiales; por ello, las imágenes y las normas de iluminación, la ergonomía y la acústica son sólo algunos ejemplos. leyes y reglamentos creados en un mundo virtual, que también deben ser considerados, un modelador de información define el comportamiento de una técnica estructural; este tipo de análisis valida las simulaciones de rendimiento para desarrollar sistemas estructurales eficientes y construibles.

Según Ferdosi et al. (2022), los procesos y las técnicas de construcción se investigan antes de que comience la fase de reconstrucción, con el fin de detectar posibles defectos y fallos de diseño que podrían dar lugar a retrasos, sobrecostes, reajustes y otros problemas en el futuro; al realizar este tipo de análisis, se puede ver toda la inversión, desde la fase de concepto y evaluación hasta la fase operativa, lo que permite identificar cualquier problema que pueda surgir debido a la compatibilidad del diseño, el espacio, el transporte y la logística, este tipo de análisis situacional es especialmente útil para evaluar grandes inversiones y prever resultados, su mecánica puede provocar distorsiones en la forma del modelo de información, lo que puede dar lugar a problemas con el rendimiento real de la

inversión si no se aborda, este procedimiento puede automatizarse mediante el uso de un software de investigación de problemas; sin embargo, también puede hacerse de forma visual mediante el uso de una simulación virtual de recorrido y conocer características especiales del proyecto en curso.

Cuando se utiliza BIM, de acuerdo con Pinti et al. (2022), se puede confiar en la calidad de los archivos técnicos, lo que reduce los retrasos en la obra causados por los cambios que pueden producirse durante el transcurso de la misma o por los cambios físicos que pueden producirse después de su finalización, se utiliza para ahorrar costes y tiempo en la creación de una inversión, así como en la utilización de recursos para la explotación y el mantenimiento, es necesario realizar un estudio de eficiencia, una mejor gestión de la información permite ahorrar dinero público a lo largo de todo el ciclo de inversión, desde la planificación hasta la ejecución, en el proceso de creación de modelos 3D de múltiples profesiones, es posible detectar solapamientos y/o cruces de elementos que se producen como resultado de que los especialistas planifiquen sus proyectos de forma independiente.

Asimismo según Pinti et al. (2022), la detección temprana de estas interferencias disminuye los RFI y las posibles órdenes de cambio, al tiempo que permite disponer de un modelo libre de incompatibilidades después de la construcción, refiriéndose a la parte informática, el software más utilizado para detectar incompatibilidades o conflictos es Navisworks, pero otros programas de otros proveedores también pueden hacerlo con efectividad, aunque el software detecta las incompatibilidades, éstas deben ser planteadas por los especialistas implicados y tomar las decisiones oportunamente.

Cabe resalta, de acuerdo a lo precisado por Charef (2022), que el enfoque BIM no es nuevo, se han necesitado muchos años para darse cuenta de que esta metodología constituye un avance significativo en la forma y manera de trabajar en la obra, superando con creces la inversión original en formación y equipamiento, se estableció con el objetivo de modernizar y mejorar los procedimientos de contratación pública, en Europa se instó a los países a incluir la tecnología BIM en su legislación sobre contratación y licitaciones públicas. Desde otra perspectiva Brumana et al. (2022), precisa que para promover y avanzar en los objetivos BIM en España, se puso en marcha la Comisión BIM donde se exigió la implantación de

BIM in situ, a partir de ello, se ha logrado evitar errores que se han trasladado de los planos 2D a la obra ejecutada por la dificultad de entender un plano frente a verlo en 3D, se ha optimizado el tiempo dedicado a la gestión de entregables y avances, es decir, mejores en los procesos de visualización.

Cabe resaltar que la metodología BIM en la etapa de licitación ayuda a tener metrados más exactos, tener un costo directo más real y permite evitar los tiempos muertos en la obra (Amin Ranjbar et al., 2021). Donde la etapa licitación se define como un conjunto de procesos administrativos con un llamado a ofertar de forma limitada que contienen términos y cláusulas que el cliente establece para los alcances de un proyecto a ejecutar tomando en cuenta siempre que debe estar bajo un marco ético, moral y legal (Bilal & Oyedele, 2020).

En cuanto a la variable dependiente de Productividad se define como el resultado de la relación de la producción de un bien o servicio y los insumos o recursos utilizados para su elaboración, utilizando la eficiencia como medida de control económico (Prokopenko, 1989), de esta manera un proceso de presupuesto es eficiente cuando se utiliza el recurso humano y la tecnología para mejorar el flujo de trabajo, reduciendo tiempo y costo para alcanzar el objetivo planteado. También Serpell (2002) define a la productividad en la relación de la cantidad producida entre los recursos empleados en un tiempo fijado, relacionando de manera directa a la eficiencia (utilizar de manera óptima los recursos) y la efectividad (cumplir las metas planteadas) y la calidad, de esta manera poder obtener una alta productividad. De la misma manera Koontz et al. (2008), define a la productividad al resultado de la cantidad producida entre los recursos empleados en un plazo determinado y teniendo las condiciones óptimas de calidad, de esta manera relaciona las dos teorías de Prokopenko y Serpell teniendo a la calidad como un factor relevante para obtener un alta productividad.

Con respecto a la dimensión Eficiencia se define como un conjunto de condiciones de una persona o proceso que faculta el desarrollo y cumplimiento de un objetivo, optimizando al máximo los insumos o recursos empleados (Fernández-Ríos & Sánchez, 1997). También la eficiencia se define como la capacidad que tiene un sistema productivo en un mediano plazo donde se alcanza el resultado óptimo posible (Ruffier, 1998).

En esta etapa de licitación se desarrolla el proceso de elaboración de presupuestos de un proyecto tiene como sustento teórico la teoría clásica de la administración donde Chiavenato (2006), menciona que controlar, planear, dirigir, coordinar y organizar como un hecho de administrar que va desde un todo a una parte. Además Rosenber (2001), indica que el presupuesto es una herramienta de administración donde se describe en forma ordenada los ingresos y egresos proyectados de una empresa en un plazo determinado, de la misma manera para Harrington (1993), denomina proceso a toda actividad o conjunto de actividades que utiliza un elemento adicionándolo valor para luego ser entregado al cliente, utilizando los recursos de la empresa para lograr el objetivo final. De esta manera el proceso de elaboración del presupuesto guarda relación con la teoría clásica porque tanto como el presupuesto y el proceso forman parte de las dimensiones de la administración.

Asimismo, Asturias (2018), menciona que existen 6 puntos importantes que se deben tomar en cuenta para el proceso de un presupuesto determinar los objetivos, analizar la disponibilidad de recursos, negociación o consenso para determinar los componentes del presupuesto, coordinar, aprobar y distribuir el presupuesto realizado.

Según lo referenciado por Sampaio (2022), actualmente, el mercado de la construcción se ha vuelto muy competitivo, valorándose la eficiencia y el presupuesto del servicio prestado al cliente desde la fase de licitación hasta la finalización del proyecto de construcción, para pasar con éxito a la fase de licitación, es necesario establecer un flujo de preparación de ofertas que sea coherente con esta tendencia, y para ello es necesario mejorar la eficiencia del proceso de presupuesto; es necesario considerar que previamente, se debe poner mucho cuidado en la cuantificación del trabajo para cada una de las partidas presupuestarias, y para mejorar esto, se debe valorar el uso de herramientas de modelado 3D, en lugar de nuestras tradicionales hojas de cálculo en Microsoft Excel y la ayuda de AutoCAD, se pueden utilizar herramientas de gestión de costes BIM para generar nuestros precios unitarios y presupuestos, lo que en definitiva ahorrará tiempo y dinero.

Referenciando el estudio de Shaqour (2022), El presupuesto es parte importante de un proyecto dado que es la base para la ejecución de una obra y

apoyándola con herramientas BIM en todo el proceso de licitación permite que las empresas pudieran regular los costos de las licencias directamente con el proveedor y adquirirlas en grandes cantidades teniendo una reducción del presupuesto global de las mismas. También los presupuestos o gastos adicionales asociados a la contratación de profesionales técnicos e ingenieros son variables y se estudian en función de la política específica de cada empresa constructora, así como de sus recursos financieros para que todo tenga orden y sentido contextual.

Asimismo, Charef (2022), de forma estructurada y trazable, sintetiza que la metodología BIM beneficia generando mediciones completas del esquema, exportando los metrados para utilizarlo en el presupuesto en la etapa de licitación o ejecución del proyecto, adquiriendo toda la información necesaria y pertinente que ayude a determinar las cantidades de materiales, áreas construidas, especificaciones técnicas y toda información que sea necesario para la buena elaboración del presupuesto, todo en un solo paso; es pertinente considerar que existen otros programas informáticos para la gestión medioambiental y la eficiencia energética (BIM 6D), así como para la gestión de instalaciones (BIM 7D), lo que demuestra que la metodología BIM puede aplicarse durante todo el ciclo de vida del activo, desde su concepción hasta su demolición.

Finalmente, desde el punto de vista de Sampaio (2022), la metodología BIM no parece ser barato, ya que hay algunas ideas fundamentales deben incorporarse a todo proyecto, independientemente de su tamaño, es decir, todo proyecto debe tener un conjunto mínimo de requisitos, como considerar un BIM Manager, para tener éxito; sin embargo, debido a que el número de modeladores necesarios varía en función de los oficios requeridos, la decisión de crear un equipo BIM interno puede ser devastadora al principio, sobre todo si se pretende utilizar para el primer proyecto, que puede ser el último, pero al final, el apoyo a nivel tecnológico, de planificación, de seguimiento del proceso, de diagnóstico y de solvencia en cada uno de los pasos que certifica la calidad y fiabilidad del proyecto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo aplicada, dado que tiene fines prácticos bien definidos, donde se investiga para resolver los problemas de un sector de la realidad, mediante la formulación del problema y la hipótesis (Ñaupas et al., 2018).

Es decir que este trabajo de investigación permitirá optimizar la productividad del proceso de presupuesto basado en la metodología BIM, iniciando con el modelado de la estructura con BIM 3D, para luego determinar la programación de obra con BIM 4D y finalmente determinar el costo BIM 5D. Todo ello ayudará a evitar sobrecostos, tiempo e incremento de metrados innecesarios generando que el proceso de presupuestos sea más confiable y eficiente.

Asimismo, la investigación se encuentra bajo un nivel explicativo, ya que su propósito es la verificación de las hipótesis causales, que expliquen las relaciones existentes de las propiedades o dimensiones de los hechos, fenómenos y eventos sociales (Hernández & Mendoza, 2018).

Cuyo enfoque es cuantitativo, porque se usa la toma de datos y el análisis de datos, para responder preguntas de investigación y probar las hipótesis, además tiene que ver con la medición de las unidades de análisis, variables, muestreo y procedimientos estadísticos (Hernández & Mendoza, 2018).

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación es de diseño experimental, ya que permite la manipulación intencional de una a más variables y así analizar sus consecuencias, dentro de una situación de control para el investigador (Ñaupas et al., 2018).

Es de tipo pre experimental, porque tiene un grado de control mínimo, donde se realiza una pre prueba y pos prueba con un solo grupo (Hernández & Mendoza, 2018). Y de corte transversal, porque el autor lleva a cabo el estudio con la misma variable y se realizará en un determinado periodo de tiempo (Hernández & Mendoza, 2018). Esto indica que en una primera instancia se hará un reconocimiento de la manera tradicional de cómo se han ido desarrollando los procesos de presupuesto, para luego poder aplicar la metodología BIM y ver que mejoras existen en el proceso de presupuesto.

$$G \rightarrow O1 \rightarrow X \rightarrow O2$$

Donde:

G= Proyecto Mall Aventura San Juan de Lurigancho

O1= Proceso de presupuestos (Pre test)

X= Metodología BIM

O2= Proceso de presupuestos (Pos test)

3.2. Variables y operacionalización

Definición conceptual de la variable independiente: Metodología BIM

Se define al BIM como una metodología o tecnológica del modelo de información que trabaja en un entorno colaborativo mediante procesos, donde se elabora transmite y analiza la construcción digital del modelo (Eastman et al., 2008).

Definición conceptual de la variable dependiente: Productividad del proceso de presupuestos

La productividad desde el punto de vista de la construcción, es cuantificar la eficiencia administrando los recursos en un plazo dado cumpliendo con los estándares de calidad (Serpell, 2002).

Definición operacional de la variable dependiente: Metodología BIM

La metodología BIM, está directamente relacionada con los usos BIM que son la creación del modelo (3D), la vinculación con el planeamiento (4D) y adicionar el cálculo de costos al modelo (5D) (Barco, 2018).

Definición operacional de la variable independiente: Productividad del proceso de presupuestos.

La productividad se aplica al trabajo armónico entre todas las áreas funcionales sin interferencia entre las jerarquías y funciones, esto debido a que la productividad se basa en el esfuerzo final con relación a los recursos utilizados, por lo que debe controlar la eficacia y la eficiencia (García, 2018).

Indicadores

Para la variable independiente los indicadores son: Metrados de partidas, tiempo programado y el costo. Para la variable dependiente el indicador es: Horas hombre en el proceso. Estos indicadores permitieron realizar los instrumentos de

recolección de datos y medir las dimensiones de la variable independiente y dependiente.

Escalas de medición

Se está considerando la escala de porcentaje y de costo.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Hernández et al. (2014), menciona que una población es el total del eventos o fenómenos a estudiar, donde sus unidades tienen características comunes, las cuales se aprenden y dan origen a los datos de investigación.

La población del trabajo de investigación el proceso de presupuesto del proyecto de Mall Aventura plaza San Juan de Lurigancho - Sector 2 en la especialidad de estructura, en la etapa de licitación.

3.3.2. Muestra

Según Hernández et al. (2014), menciona que una muestra es un subgrupo de participantes representativos de la población con características o propiedades similares.

La muestra de esta investigación son los elementos estructurales de cimiento, columnas, placas, vigas, losa de techo, losa de piso y muro anclado del proyecto de Mall Aventura San Juan de Lurigancho – Sector 2 en la especialidad de estructura en la etapa de licitación.

3.3.3. Muestreo

La muestra tomada es no probabilística – intencional ya que, al tomar la muestra, está no se encuentra sometida a la probabilidad, sino a la decisión tomada propia de la persona que está desarrollando la investigación (Ñaupas et al., 2018).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizó la técnica de recolección de datos de la observación, esto hace referencia Hernández et al. (2014), donde menciona que la observación es una técnica que tiene como propósito recopilar información fidedigna de forma directa que se realiza por medio de métricas o indicadores con la finalidad de dar respuesta a una problemática de investigación.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento que se utilizó en la presente investigación es la guía de análisis documental, también se utilizó el cuestionario solo de manera opcional para certificar la veracidad de los resultados obtenidos en la investigación.

- **Análisis de Guía Documental:** Es un conjunto de operaciones que buscan describir y representar la información de forma ordenada para facilitar su recuperación. Permite tomar la recolección de datos de una manera sistematizada y organizada mediante la observación de un pre test y post test.
- **Cuestionario:** una serie de preguntas sobre los resultados obtenidos al responsable inmediato para dar fe y dar conformidad de los resultados de la investigación, solo se utilizó como medio probatorio de los datos y resultados obtenidos en la investigación.

Tabla 1.

Ficha técnica de instrumento

Nombre del documento	Guía para observaciones del indicador
Autor:	Jenri Luis Tananta Tejeda
Año:	2022
Descripción:	
Tipo de Instrumento:	Guía de análisis documental
Objetivo:	Determinar en qué medida la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos de la empresa constructora DVC, Lima 2022.
Indicadores:	Metrado de partidas Tiempo programado Costo.
Elementos observados:	Cimentación Columnas Placas Viga Losa de techo Losa de piso Muro anclado
Aplicación:	Presencial

La Validez, según Hernández & Mendoza (2018), indica a que se relaciona con el grado en que un instrumento verdaderamente cuantifica la variable que quiere calcular. Para dar validez al instrumento de la presente investigación se decidió realizar la validación a través de juicio de expertos, desde el punto de vista de Almenara & Cejudo (2013), es un método que valida el instrumento de investigación, donde se solicita a personas especialistas en la materia de investigación para que autorice su relevancia, claridad y pertinencia.

Tabla 2

Validación de instrumentos por expertos

D.N.I.	Apellidos y nombres	Centro de trabajo o Institución donde labora	Calificación
41211605	Mg. Jacqueline Caraza Esteban	Empresa constructora privada	Suficiente
10476604	Mg. Alberto Santibañez Rojas	Empresa constructora privada	Suficiente
42234032	Mg. Rubén Vidal Endara	Docente UPN	Suficiente

3.5. Procedimientos

El proyecto secuencial será definido de la siguiente forma:

- Identificar los proyectos de edificación que se encuentren en etapa de licitación elaborados por la Constructora DVC en el año actual.
- Realizar el modelado 3D en Revit de la especialidad de estructuras del proyecto Mall Aventura San Juan de Lurigancho – Sector 2 en la especialidad de estructura.
- Para luego ingresar a la fase BIM 4D que implica de la exportación del modelo 3D por medio del scrip de Dynamo de Revit al Excel para luego realizar una planificación maestra de sectorización, balanceo de metrados y tren de trabajo del sector 2.
- Luego ingresamos a la fase BIM 5D donde se utiliza la interfaz de Cost it del programa de presupuestos de Presto para vincular el modelo 3D con el programa Presto, teniendo una vinculación bidireccional entre el

modelo 3D y el Presto, automatizando el proceso de flujo de trabajo del traslado de metrados y de precios al programa de presupuestos Presto.

- Se realizará un análisis de la información obtenida por cada una de las fases de los proyectos.
- Para que finalmente se realice una comparación de cuanto ha mejorado los procesos de presupuesto de los proyectos de edificación de la Empresa Constructora DVC al aplicar la metodología BIM en la etapa de licitación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se dará un tratamiento a la información con los softwares digitales de BIM como Revit, el scrip de Dynamo y software de presupuesto de Presto permitiendo elaborar el modelo paramétrico y vincular los datos para la programación, asimismo estará apoyado del software Microsoft Excel.

Para el análisis de datos de la estadística descriptiva para mostrar los resultados de pre test, post test y la generación de tablas ase utilizó el Estadístico SPSS V26, para la generación de figuras se utilizó el Software Microsoft Excel y Power BI.

Para el análisis inferencial, se realizó la prueba de Shapiro Wilk porque son para muestra menores a 50, la contrastación de la hipótesis se realizó la prueba con signos de Wilcoxon para muestras relacionadas que son para muestras de distribución no normal.

3.7. Aspectos éticos

El aspecto ético, como investigador, debe ser respetado y cumplido con las normas peruanas establecidas. Asimismo, esta investigación se realizará bajo la normativa Apa séptima edición, también se utilizará el Software Turnitin para corroborar la autoría de la información plasmada. Esta investigación cumplirá con el Código de Ética de la Universidad César Vallejo publicada en la resolución de consejo universitario RCUN°0262-2020/UCV del 28 de agosto del 2020, el cual menciona que los trabajos investigativos se realizan con rigor científico, compromiso, veracidad e integridad.

Los principios en los cuales se rige esta investigación serán los siguientes: La lealtad, la honestidad, el honor profesional, la responsabilidad, el respeto, la justicia y la solidaridad.

El investigador perteneciente a la carrera de Ingeniería Civil se rige también bajo el Código de Ética del Colegio de Ingenieros, al determinar lineamientos que debe seguir el ingeniero con responsabilidad social.

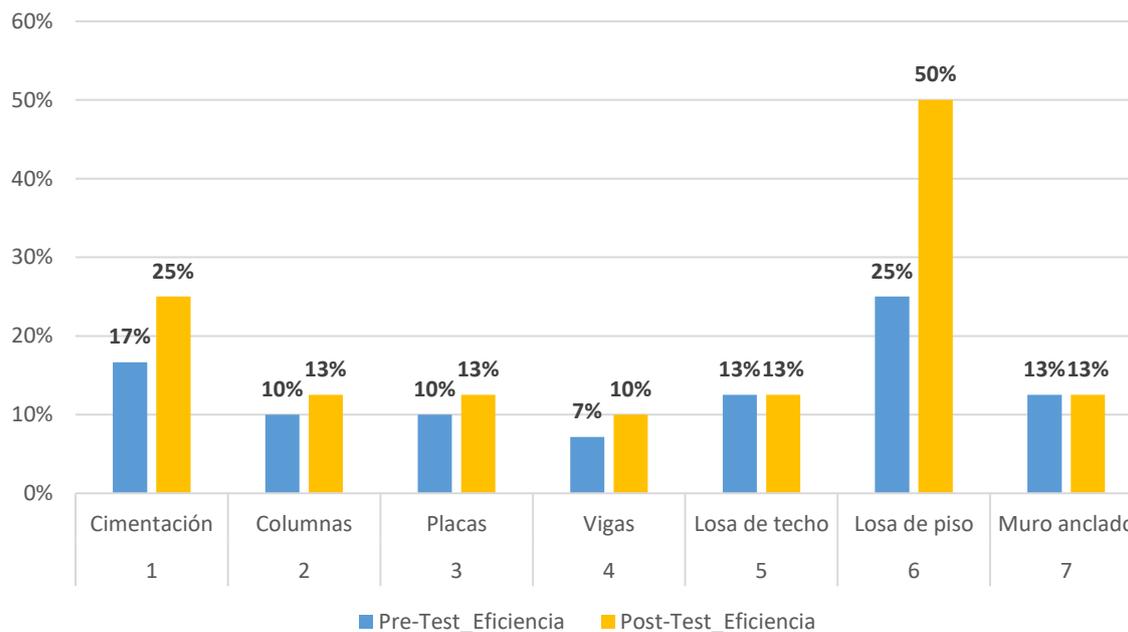
IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo de la muestra

Análisis descriptivo de la muestra del Pre-Test y Post-Test de la eficiencia

Figura 1

Muestra del Pre-test y Post-test de la eficiencia

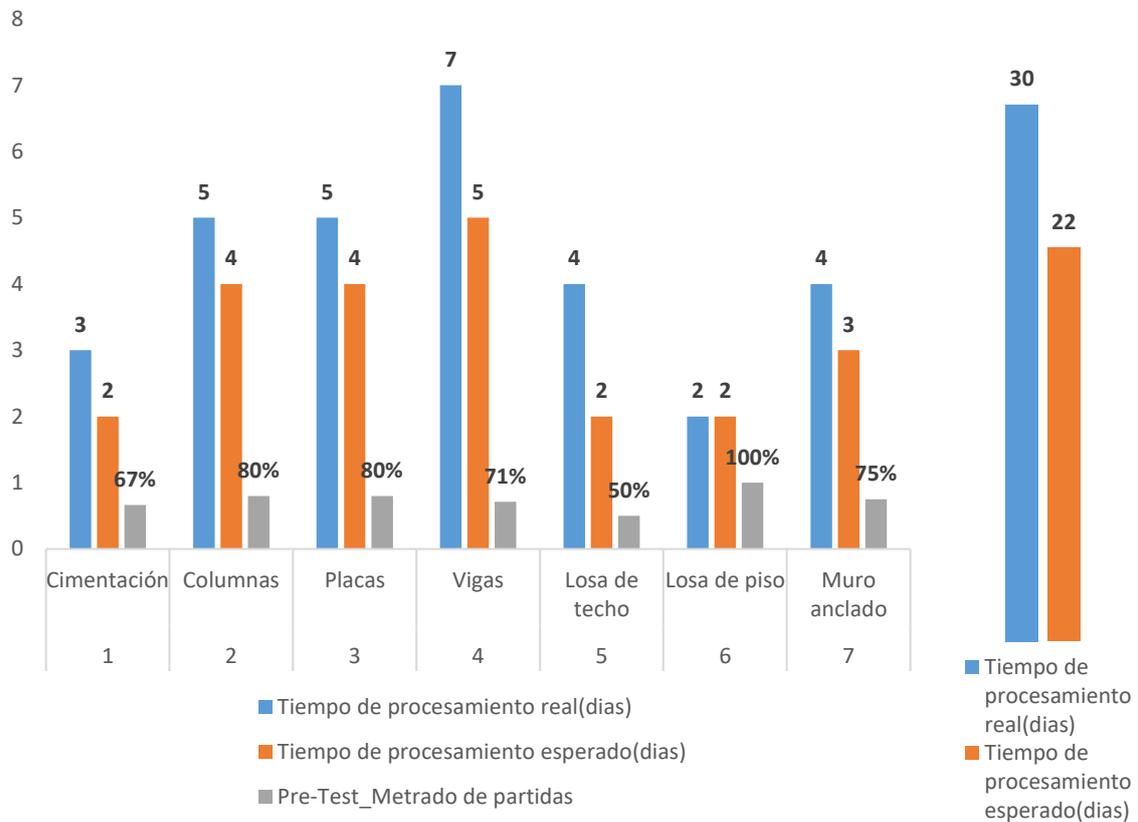


En la figura 1, se observa para el análisis descriptivo de la muestra antes y después de aplicar la metodología BIM en su dimensión eficiencia, se observa notablemente la diferencia donde la eficiencia se incrementa. Teniendo en cimentación un incremento del 8%, en columnas un 3%, en placas 3%, en vigas 3% en losa de techo y muro anclado se mantiene iguales con 13%, en el caso de la losa de piso se incrementa significativamente en 25%.

Análisis descriptivo de la muestra del Pre-Test de la dimensión 3D

Figura 2

Muestra del Pre-Test del tiempo de proceso por elemento estructural

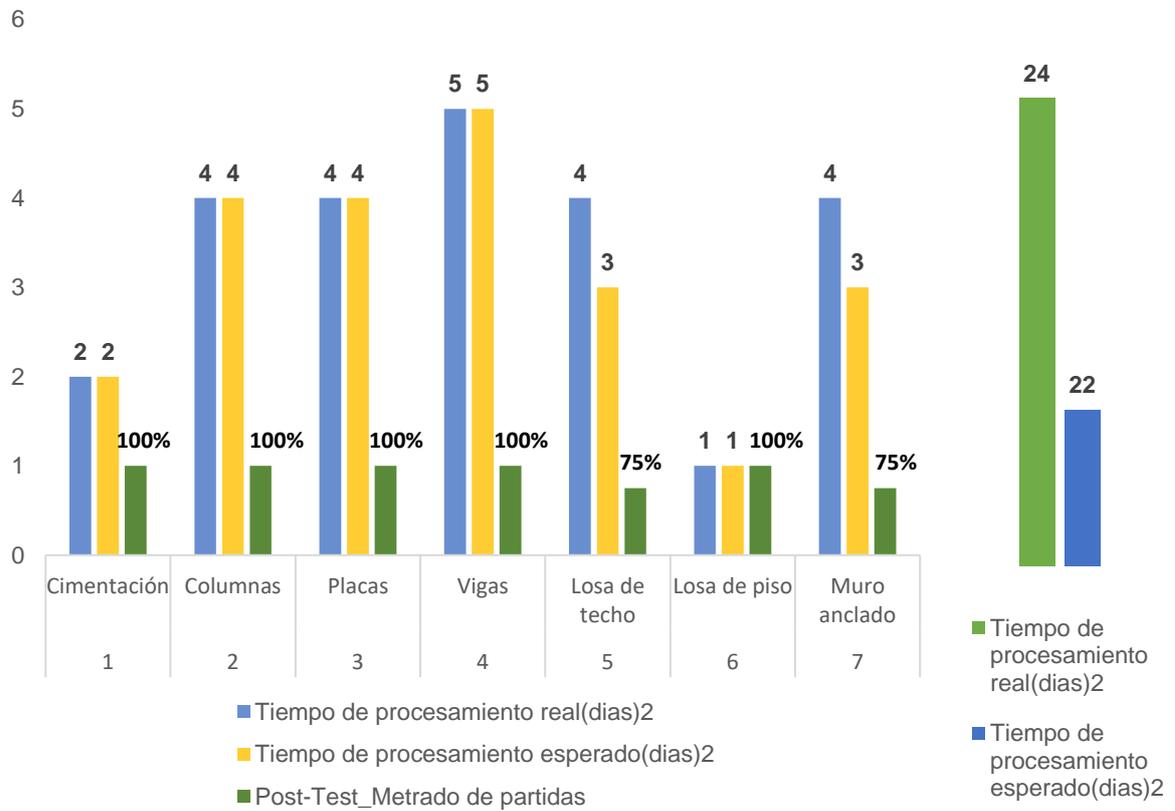


En la figura 2, se observa para el análisis descriptivo de la muestra del pre-test en su dimensión 3D que el tiempo de procesamiento esperado (jornada de 8 horas) es de 22 días laborables y para el tiempo de procesamiento real es de 30 días calendarios, con esos tiempos solo se llega a un 100% el elemento estructural de Losa de piso, vigas a un 71%, columnas a un 80%, placas a un 80%, losa de techo a un 50%, muro anclado en un 75% y cimentación en un 67%.

Análisis descriptivo de la muestra del Post-Test de la dimensión 3D

Figura 3

Muestra del Post-Test del tiempo de proceso por elemento estructural

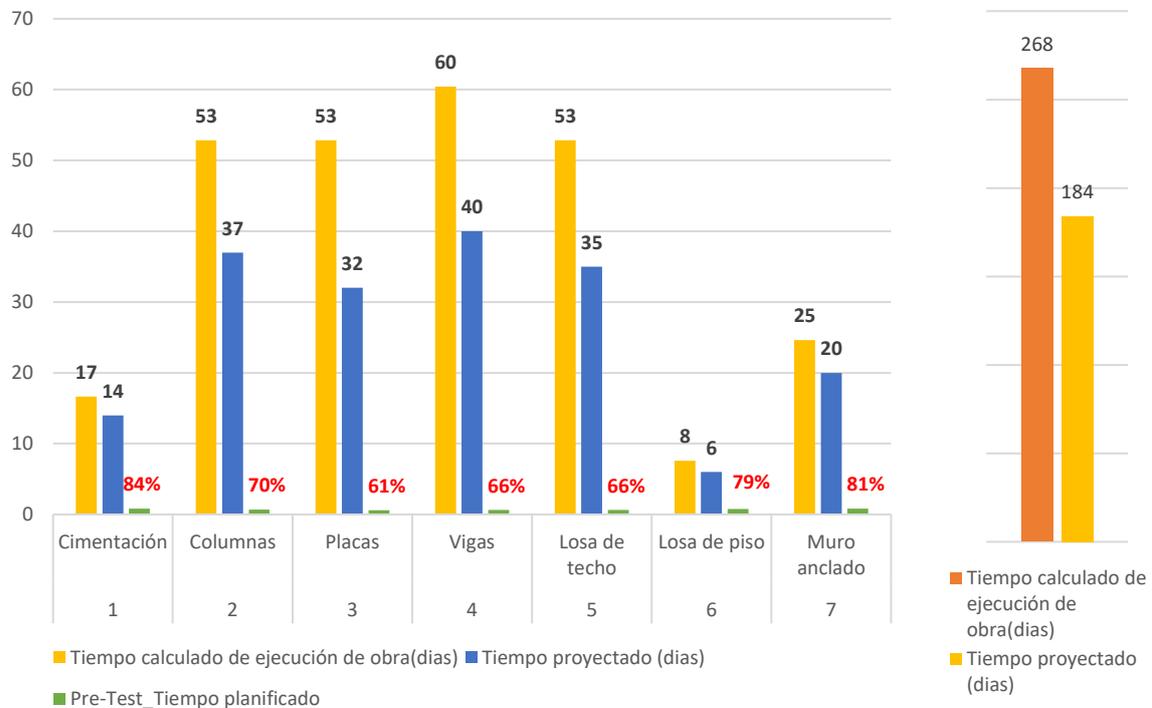


En la figura 3, se observa para el análisis descriptivo de la muestra del post-test en su dimensión 3D que el tiempo de procesamiento esperado (jornada de 8 horas) es de 22 días laborables y para el tiempo de procesamiento real es de 24 días calendario, con esos tiempos los elementos que llegan al 100% son: Losa de piso, vigas, columnas, placas y cimentación los elementos de losa de techo y muro anclado llega a un 75%.

Análisis descriptivo de la muestra del Pre-Test de la dimensión 4D

Figura 4

Muestra del pre-test del tiempo programado del proyecto por elemento estructural

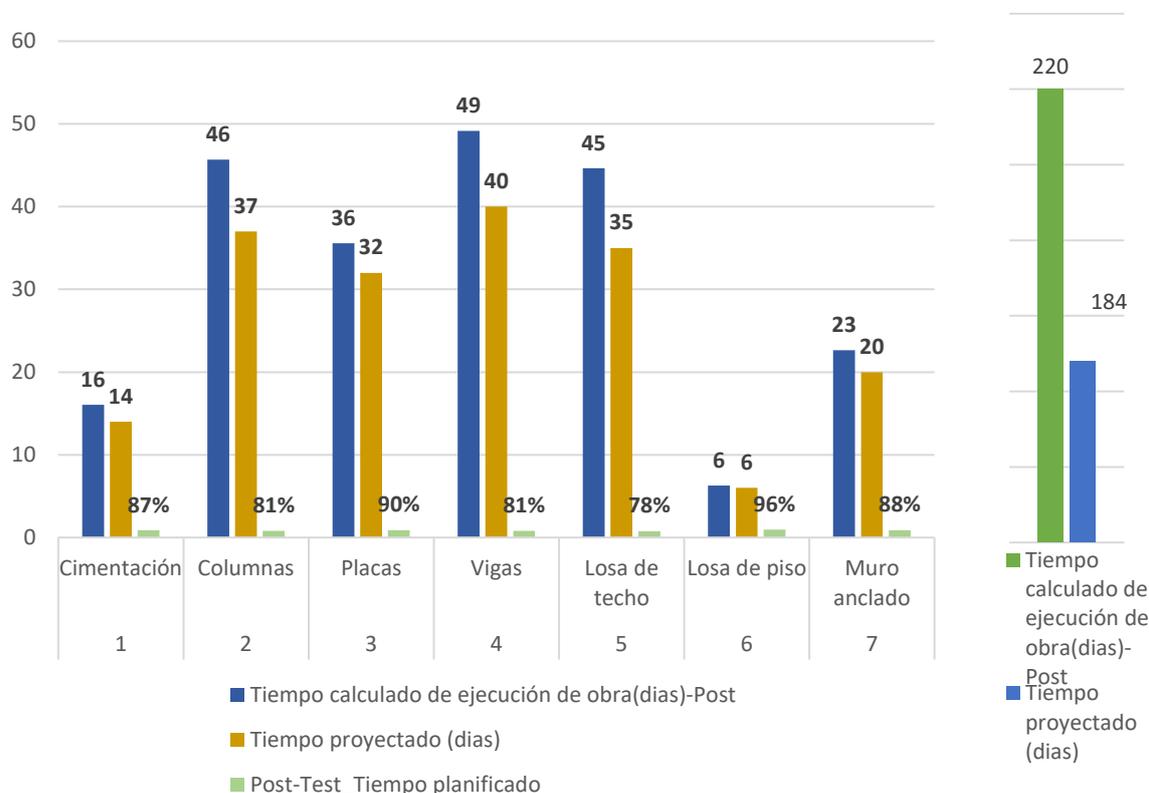


En la figura 4, se observa para el análisis descriptivo de la muestra del pre-test en su dimensión 4D que el tiempo calculado de ejecución de obra (tiempo de ejecución de la especialidad de estructuras-sector 2) es de 268 días calendarios y para el tiempo de proyectado por el cliente es de 184 días calendarios, casi nunca se llega a proyectar la ejecución de obra como el cliente lo plantea es por ello que el pre-test se llegó a calcular 268 días calendarios teniendo como diferencia 84 días calendarios del tiempo base para la ejecución del proyecto en la especialidad de estructuras el sector 2 del proyecto MA SJL.

Análisis descriptivo de la muestra del Post-Test de la dimensión 4D

Figura 5

Muestra del post-test del tiempo programado del proyecto por elemento estructural

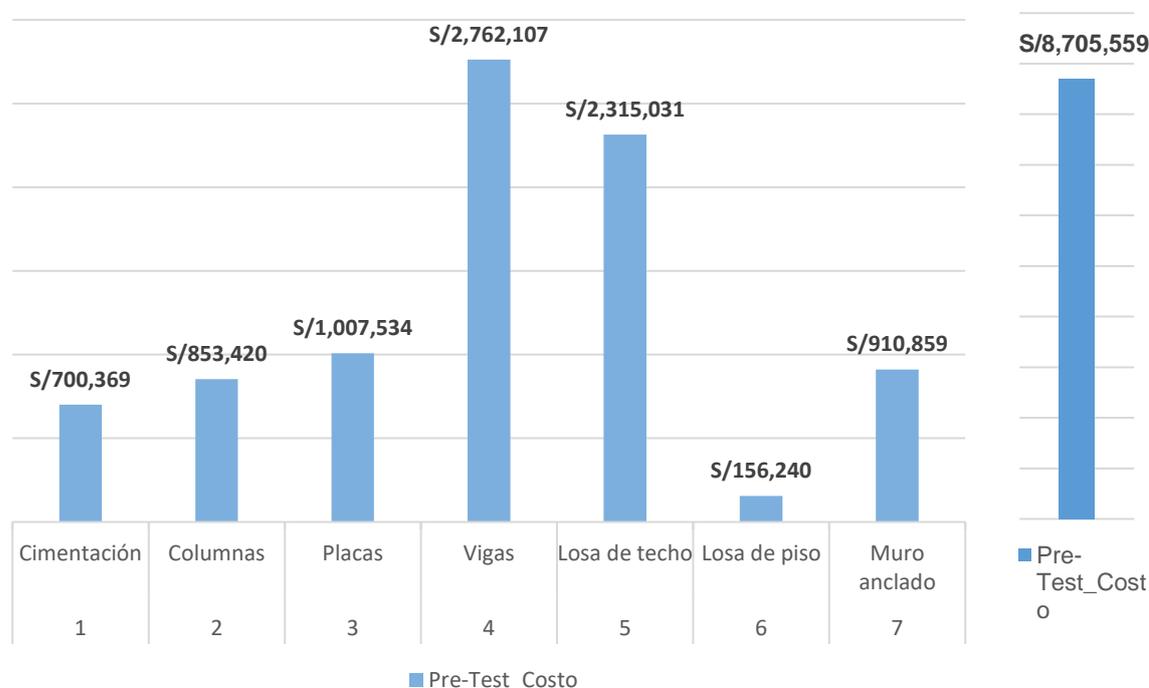


En la figura 5, se observa para el análisis descriptivo de la muestra del post-test en su dimensión 4D que el tiempo calculado de ejecución de obra (tiempo de ejecución de la especialidad de estructuras-sector 2) es de 220 días calendarios y para el tiempo de proyectado por el cliente es de 184 días calendarios, casi nunca se llega a proyectar la ejecución de obra como el cliente lo plantea es por ello que el pre-test se llegó a calcular 268 días calendarios teniendo como diferencia 36 días calendarios del tiempo base para la ejecución del proyecto en la especialidad de estructuras el sector 2 del proyecto MA SJL.

Análisis descriptivo de la muestra del pre-test de la dimensión 5D

Figura 6

Muestra del pre-test del costo por elemento estructural

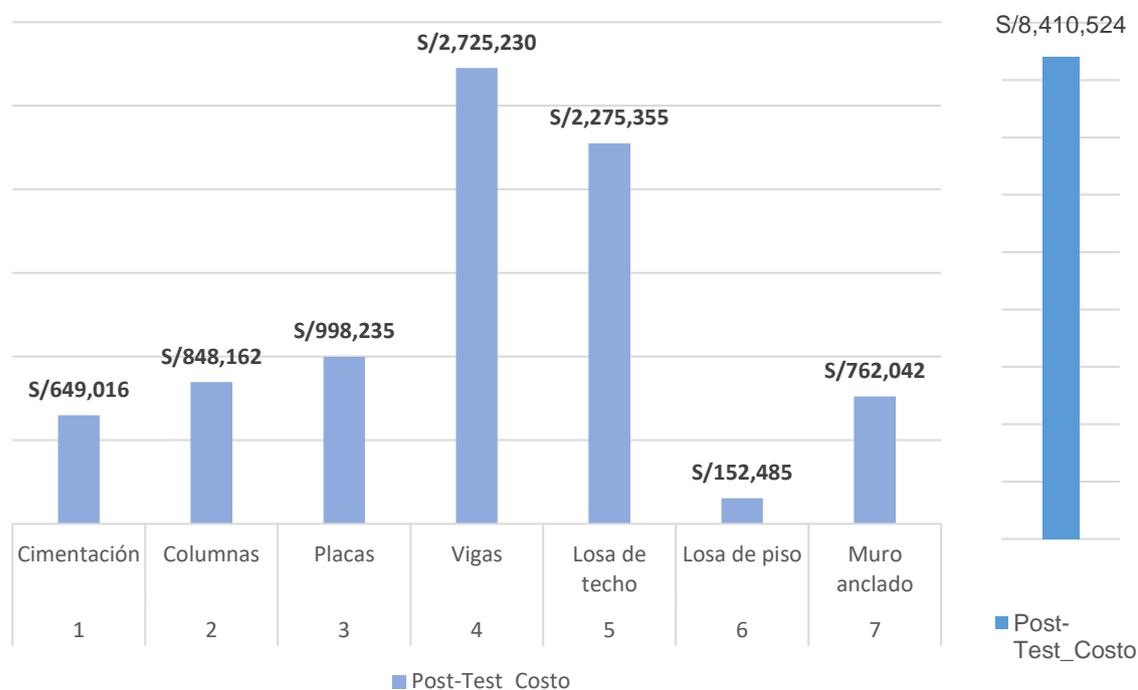


En la figura 6, se observa para el análisis descriptivo de la muestra del pre-test en su dimensión 5D que el costo calculado en las partidas de concreto, encofrado y acero corrugado es de S/ 8,705,559 siendo la viga el elemento estructural con mayor costo con 32% del costo total, losa de techo 27%, placas 12%, muro anclado 10%, columnas 10% cimentación 8% y losa de piso con 2%, el costo está directamente proporcional con el metrado de partidas porque es el producto de la cantidad de materiales por el precio unitario, si el cálculo de materiales aumenta el costo también aumenta.

Análisis descriptivo de la muestra del post-test de la dimensión 5D

Figura 7

Muestra del post-test del costo por elemento estructural



En la figura 7, se observa para el análisis descriptivo de la muestra del post-test en su dimensión 5D que el costo calculado en las partidas de concreto, encofrado y acero corrugado es de S/ 8,410,524 siendo la viga el elemento estructural con mayor costo con 32% del costo total, losa de techo 27%, placas 12%, muro anclado 10%, columnas 10% cimentación 8% y losa de piso con 2%, el costo está directamente proporcional con el metrado de partidas porque es el producto de la cantidad de materiales por el precio unitario, si el cálculo de materiales aumenta el costo también aumenta.

Análisis descriptivo de las dimensiones

Medidas descriptivas de la dimensión: Eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM

Tabla 3

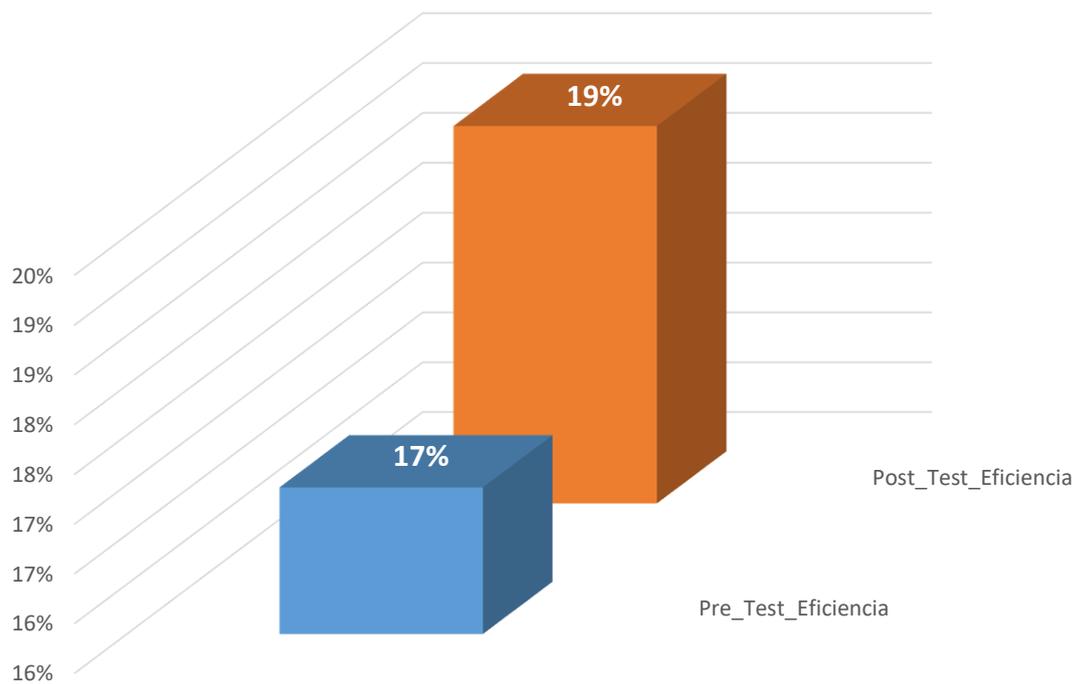
Medidas descriptivas de la dimensión eficiencia

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Pre_Test_Eficiencia	7	7%	50%	17%	15%
Post_Test_Eficiencia	7	10%	50%	19%	14%
N válido (por lista)	7				

La tabla 3, nos muestra la información descriptiva referente a la dimensión eficiencia, donde se observa que la media del pre test es del 17% y la media del post test es del 19%. Se puede evidenciar y afirmar que existe una mejora después de aplicar la metodología BIM en el indicador. También, se puede notar que la media del pre test y post test se ubica entre los niveles mínimo y máximo y la desviación estándar del pre test es del 15% y del post test 14% veces que se separa de la media.

Figura 8

Histograma descriptivo de la dimension eficiencia



En la figura 8, se puede observar el incremento de la eficiencia que se obtuvo antes y después de aplicar la metodología BIM de acuerdo con los resultados que se obtuvieron de la guía de análisis documental, de esta manera podemos determinar la mejora en la eficiencia mejorando de un 17% a un 19%, esto equivale a un 2% de incremento de la eficiencia en comparación con la metodología tradicional que se aplica en la organización.

Medidas descriptivas de la dimensión: BIM 3D antes y después de aplicar la metodología BIM

Tabla 4

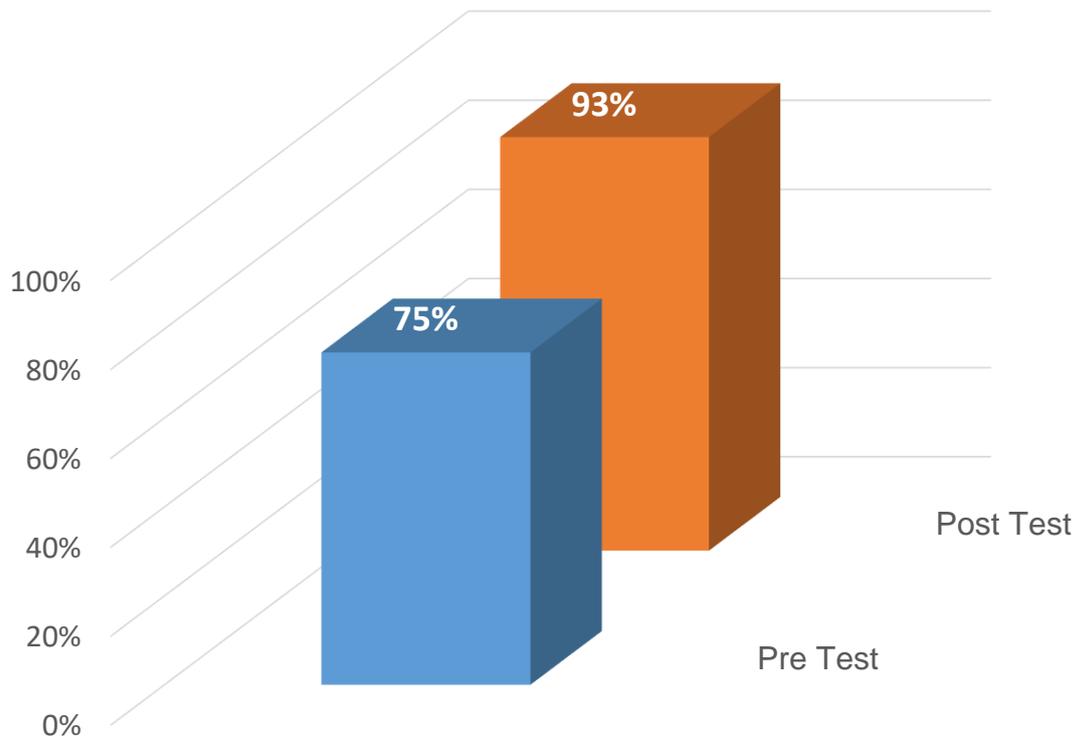
Medidas descriptivas de la dimensión BIM 3D

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Pre Test_BIM 3D	7	50%	100%	75%	15%
Post Test_BIM 3D	7	75%	100%	93%	12%
N válido (por lista)	7				

La tabla 4, nos muestra la información descriptiva referente a la dimensión BIM 3D, donde se observa que la media del pre test es del 75% y la media del post test es del 93%. Se puede evidenciar y afirmar que existe una mejora importante después de aplicar la metodología BIM en su dimensión 3D en el indicador. También, se puede notar que la media del pre test y post test se ubica entre los niveles mínimo y máximo y la desviación estándar del pre test es del 15% y del post test 12% veces que se separa de la media.

Figura 9

Histograma de la media de la dimensión BIM 3D



En la figura 9, se puede observar el incremento de la dimensión BIM 3D que se obtuvo antes y después de aplicar la metodología BIM de acuerdo con los resultados que se obtuvieron de la guía de análisis documental, de esta manera podemos determinar la mejora en el proceso de los metrados de las partidas mejorando de un 75% a un 93%, esto equivale a un 18% de incremento de la eficiencia para obtener los metrados de las partidas en comparación con la metodología tradicional que se aplica en la organización.

Medidas descriptivas de la dimensión: BIM 4D antes y después de aplicar la metodología BIM

Tabla 5

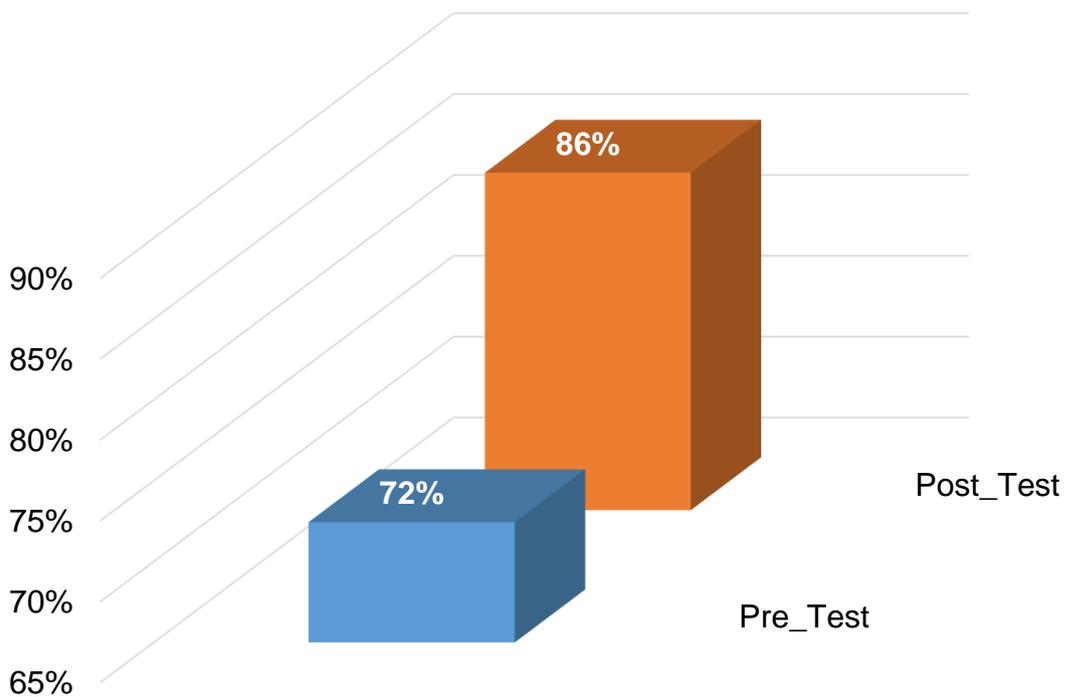
Medias descriptivas de la dimensión BIM 4D

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Pre_Test_BIM 4D	7	61%	84%	72%	9%
Post_Test_BIM 4D	7	78%	96%	86%	6%
N válido (por lista)	7				

La tabla 5, nos muestra la información descriptiva referente a la dimensión BIM 4D, donde se observa que la media del pre test es del 72% y la media del post test es del 86%. Se puede evidenciar y afirmar que existe una mejora importante después de aplicar la metodología BIM en su dimensión 4D en el indicador. También, se puede notar que la media del pre test y post test se ubica entre los niveles mínimo y máximo y la desviación estándar del pre test es del 9% y del post test 6% veces que se separa de la media.

Figura 10

Histograma descriptiva de la dimensión BIM 4D



En la figura 10, se puede observar el incremento de la dimensión BIM 4D que se obtuvo antes y después de aplicar la metodología BIM de acuerdo con los resultados que se obtuvieron de la guía de análisis documental, de esta manera podemos determinar la mejora en el proceso de planeamiento de los tiempos programados mejorando de un 72% a un 86%, esto equivale a un 14% de incremento de la eficiencia para obtener el tiempo programado en comparación con la metodología tradicional que se aplica en la organización.

Medidas descriptivas de la dimensión: BIM 5D antes y después de aplicar la metodología BIM

Tabla 6

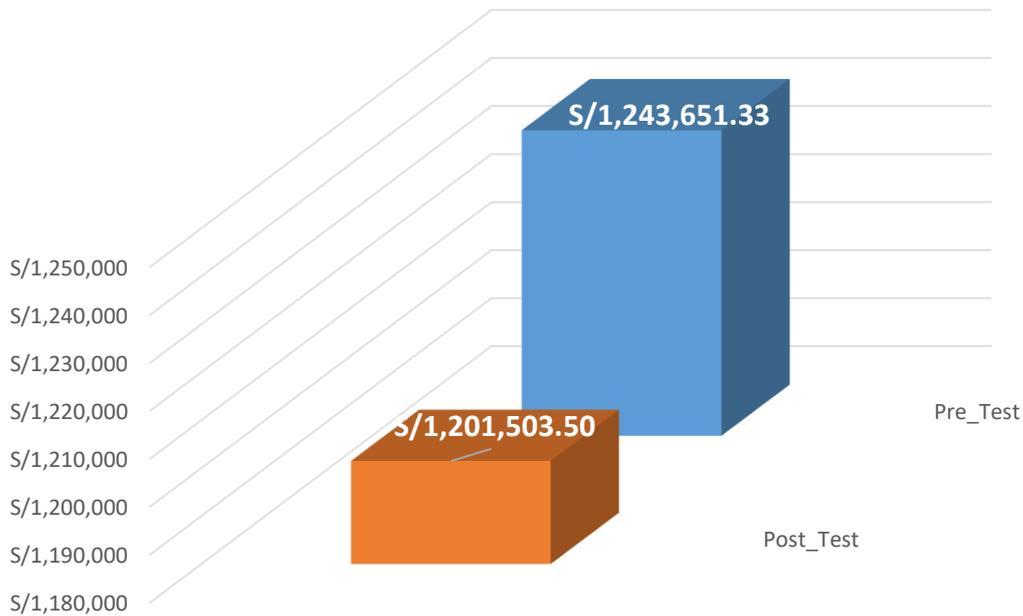
Medidas descriptivas de la dimensión BIM 5D

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Pre_Test_BIM 5D	7	S/156,239.67	S/2,762,107.38	S/1,243,651.33	S/935,411.27
Post_Test_BIM 5D	7	S/152,484.96	S/2,725,229.92	S/1,201,503.50	S/934,512.17
N válido (por lista)	7				

La tabla 6, nos muestra la información descriptiva referente a la dimensión BIM 5D, donde se observa que la media del pre test es de S/ 1,243,651.33 y la media del post test es del S/ 1,201,503.50. Se puede evidenciar y afirmar que existe una mejora importante después de aplicar la metodología BIM en su dimensión 5D en el indicador. También, se puede notar que la media del pre test y post test se ubica entre los niveles mínimo y máximo y la desviación estándar del pre test es el 935,411.27 y del post test 934,512.17 veces que se separa de la media.

Figura 11

Histograma descriptiva de la dimensión BIM 5D



En la figura 11, se puede observar el incremento de la dimensión BIM 5D que se obtuvo antes y después de aplicar la metodología BIM de acuerdo con los resultados que se obtuvieron de la guía de análisis documental, de esta manera podemos determinar la mejora en los costos del proyecto mejorando de S/ 1,243,651.33 a S/ 1,201,503.50, esto equivale a una diferencia de S/ 42,147.83 que es igual al 15% de reducción del costo del proyecto en comparación con la metodología tradicional que se aplica en la organización.

Análisis inferencial

Prueba de hipótesis

Debido a que esta investigación tiene un diseño experimental de grado Pre experimental y utiliza variables numéricas continuas, se ha determinado que el procedimiento a seguir es realizar una prueba de normalidad, según Saldaña (2016) indica que para muestras menores o igual a 50 y con una distribución normal se aplicara la prueba de Shapiro Wilks y para muestras mayores a 50 se aplica Kolmogorov Smimov. Para la presente investigación la muestra es menor que 50 por lo tanto se aplicó Shapiro Wilk para la prueba de normalidad utilizando el software IBM SPSS V26, considerando un nivel de confianza del 95%, donde se deduce que el nivel de significancia es 5%, de esta manera cuando el nivel de significancia en menor a 5% se considera como una distribución no normal y se aplica la prueba de Wilcoxon y cuando la distribución es normal se utiliza la prueba de T de Student.

Prueba de hipótesis general: Metodología BIM

Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: La metodología BIM en la etapa de licitación no optimiza la productividad del proceso de presupuestos.

H₁: La metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos.

Nivel de significancia

Confianza : 95%

Significancia (alfa) : 5%

Prueba de hipótesis

La hipótesis se contrastará realizando la evaluación por cada hipótesis específica de acuerdo con la siguiente secuencia:

Tabla 7*Resumen de resultado de datos de la dimensión Eficiencia*

Observación	N	Elemento estructural	Eficiencia
Pre-Test	1	Cimentación	0,1667
	2	Columnas	0,1000
	3	Placas	0,1000
	4	Vigas	0,0714
	5	Losa de techo	0,1250
	6	Losa de piso	0,2500
	7	Muro anclado	0,1250
	8	Cimentación	0,2500
	9	Columnas	0,1250
Post-Test	10	Placas	0,1250
	11	Vigas	0,1000
	12	Losa de techo	0,1250
	13	Losa de piso	0,5000
	14	Muro anclado	0,1250

Interpretación

Se procesan los datos en el software SPSS para la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, debido a que la muestra es menor a 50 datos, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 8*Prueba de normalidad de la dimensión Eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test_Eficiencia	0,894	7	0,298
Post_Test_Eficiencia	0,669	7	0,002

Para la data de la eficiencia pre test sale una distribución normal, sin embargo, para la eficiencia post test el resultado arroja una distribución no normal. Debido a esto concluyo que la estadística que se utilizará para comprobar la hipótesis es la de distribución no normal, siendo entonces la estadística no paramétrica, donde se realizara la prueba de Wilcoxon.

Tabla 9*Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión Eficiencia*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Pre_Test_Eficiencia y Post_Test_Eficiencia es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	0,039	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas.
El nivel de significación es de ,050.

Esto quiere decir que: Con un porcentaje de error del 3.9% La metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos.

Decisión

Implementar la metodología BIM en todo el proceso de presupuestos debido a que mejora la eficiencia.

Prueba de hipótesis específica 1: Dimensión BIM 3D**Planteamiento de la hipótesis estadística**

H₀: La metodología BIM en su dimensión 3D no mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.

H₁: La metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.

Nivel de significancia

Confianza : 95%

Significancia (alfa) : 5%

Valores que se tomaran para la prueba de normalidad y contrastación de hipótesis.

Prueba de normalidad de la dimensión: BIM 3D

Se realiza la prueba de normalidad para saber qué tipo de estadística utilizar, teniendo una muestra menor a 50 se realizará la prueba de normalidad la prueba estadística de Shapiro Wilk, por lo tanto, se plantea la hipótesis estadística:

H₀: Los datos de la dimensión BIM 3D tienen distribución normal.

H₁: Los datos de la dimensión BIM 3D no tienen distribución normal.

Se realizó la prueba con los siguientes datos:

Tabla 10

Resumen de resultados de datos de la dimensión BIM 3D

Observación	N	Elemento estructural	% de Procesamiento por elemento estructural	Eficiencia
Pre-Test	1	Cimentación	0,667	0,1667
	2	Columnas	0,800	0,1000
	3	Placas	0,800	0,1000
	4	Vigas	0,714	0,0714
	5	Losa de techo	0,500	0,1250
	6	Losa de piso	1,000	0,2500
	7	Muro anclado	0,750	0,1250
Post-Test	8	Cimentación	1,000	0,2500
	9	Columnas	1,000	0,1250
	10	Placas	1,000	0,1250
	11	Vigas	1,000	0,1000
	12	Losa de techo	0,750	0,1250
	13	Losa de piso	1,000	0,5000
	14	Muro anclado	0,750	0,1250

Interpretación

Se procesan los datos en el software SPSS para la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, debido a que la muestra es menor a 50 datos, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 11

Prueba de normalidad de la dimensión BIM 3D con la eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
BIM 3D	0,782	14	0,003
Eficiencia	0,639	14	0,000

La tabla 11, se indica los resultados que se obtuvieron de la prueba de normalidad para la muestra de la dimensión BIM 3D donde el valor de significancia antes y después de aplicar la metodología BIM fue de 0.003 y del indicador eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM fue de 0.000, los valores resultantes son inferiores al nivel de significancia del 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que los datos no tienen una distribución normal por lo tanto se realizara la estadística no paramétrica.

Tabla 12

Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión BIM 3D y la eficiencia

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre el BIM 3D y la eficiencia es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	0,001	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas.
El nivel de significación es de ,050.

Contrastación de hipótesis:

En este caso la contrastación de la hipótesis se realizó con la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, donde se observa en la tabla 12, que el nivel de significancia para la dimensión BIM 3D y la eficiencia es de 0.001, evidenciando que el valor es inferior a 0.05, por lo que concluimos que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna donde se establece que la metodología BIM en

su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la Empresa Constructora DVC, Lima 2022.

Prueba de hipótesis específica 2: Dimensión BIM 4D

Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: La metodología BIM en su dimensión 4D no mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.

H₁: La metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.

Nivel de significancia

Confianza : 95%

Significancia (alfa) : 5%

Valores que se tomaran para la prueba de normalidad y contrastación de hipótesis.

Prueba de normalidad de la dimensión: BIM 4D

Se realiza la prueba de normalidad para saber qué tipo de estadística utilizar, teniendo una muestra menor a 50 se realizará la prueba de normalidad la prueba estadística de Shapiro Wilk, por lo tanto, se plantea la hipótesis estadística:

H₀: Los datos de la dimensión BIM 4D tienen distribución normal.

H₁: Los datos de la dimensión BIM 4D no tienen distribución normal.

Se realizó la prueba con los siguientes datos:

Tabla 13*Resumen de resultados de datos la dimensión BIM 4D*

Observación	N	Elemento Estructural	% del tiempo planificado proyectado	Eficiencia
Pre-Test	1	Cimentación	0,841	0,1667
	2	Columnas	0,700	0,1000
	3	Placas	0,606	0,1000
	4	Vigas	0,662	0,0714
	5	Losa de techo	0,662	0,1250
	6	Losa de piso	0,790	0,2500
	7	Muro anclado	0,813	0,1250
Post-Test	8	Cimentación	0,873	0,2500
	9	Columnas	0,810	0,1250
	10	Placas	0,900	0,1250
	11	Vigas	0,814	0,1000
	12	Losa de techo	0,784	0,1250
	13	Losa de piso	0,956	0,5000
	14	Muro anclado	0,883	0,1250

Interpretación

Se procesan los datos en el software SPSS para la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, debido a que la muestra es menor a 50 datos, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 14

Prueba de normalidad de la dimensión BIM 4D con la eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
BIM 4D	0,952	14	0,592
Eficiencia	0,639	14	0,000

La tabla 14, se indica los resultados que se obtuvieron de la prueba de normalidad para la muestra de la dimensión BIM 4D donde el valor de significancia antes y después de aplicar la metodología BIM fue de 0.592 y del indicador eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM fue de 0.000, el valor

resultante del tiempo programado es mayor al nivel de significancia del 0.05 y del indicador eficiencia es 0.000 valor inferior al nivel de significancia, por lo tanto se considera el menor valor, de esta manera se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que los datos no tienen una distribución normal por lo tanto se realizara la estadística no paramétrica.

Tabla 15

Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión BIM 4D y la eficiencia

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre BIM 4D y eficiencia es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	0,001	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas.
El nivel de significación es de ,050.

Contrastación de hipótesis:

En este caso la contrastación de la hipótesis se realizó con la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, donde se observa en la tabla 15, que el nivel de significancia para la dimensión BIM 4D y la eficiencia es de 0.001, evidenciando que el valor es inferior a 0.05, por lo que concluimos que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna donde se establece que la metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la Empresa Constructora DVC, Lima 2022.

Prueba de hipótesis específica 3: Dimensión BIM 5D

Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: La metodología BIM en su dimensión 5D no mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.

H₁: La metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.

Nivel de significancia

Confianza : 95%

Significancia (alfa) : 5%

Valores que se tomaran para la prueba de normalidad y contrastación de hipótesis.

Prueba de normalidad de la dimensión: BIM 5D

Se realiza la prueba de normalidad para saber qué tipo de estadística utilizar, teniendo una muestra menor a 50 se realizará la prueba de normalidad la prueba estadística de Shapiro Wilk, por lo tanto, se plantea la hipótesis estadística:

H₀: Los datos de la dimensión BIM 5D tienen distribución normal.

H₁: Los datos de la dimensión BIM 5D no tienen distribución normal.

Se realizó la prueba con los siguientes datos:

Tabla 16

Resumen de resultados de datos de la dimensión BIM 5D

Observación	N	Elemento Estructural	Presupuesto por elemento estructural	Eficiencia
Pre-Test	1	Cimentación	700369,22	0,1667
	2	Columnas	853419,51	0,1000
	3	Placas	1007534,08	0,1000
	4	Vigas	2762107,38	0,0714
	5	Losa de techo	2315030,77	0,1250
	6	Losa de piso	156239,67	0,2500
	7	Muro anclado	910858,67	0,1250
	8	Cimentación	649015,87	0,2500
Post-Test	9	Columnas	848162,00	0,1250
	10	Placas	998234,68	0,1250
	11	Vigas	2725229,92	0,1000
	12	Losa de techo	2275355,48	0,1250
	13	Losa de piso	152484,96	0,5000
	14	Muro anclado	762041,57	0,1250

Interpretación

Se procesan los datos en el software SPSS para la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, debido a que la muestra es menor a 50 datos, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 17

Prueba de normalidad de la dimensión BIM 5D con la eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
BIM 5D	0,834	14	0,014
Eficiencia	0,639	14	0,000

La tabla 17, se indica los resultados que se obtuvieron de la prueba de normalidad para la muestra de la dimensión BIM 5D donde el valor de significancia antes y después de aplicar la metodología BIM fue de 0.014 y de la dimensión eficiencia antes y después de aplicar la metodología BIM fue de 0.000, los valores resultantes son inferiores al nivel de significancia del 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que los datos no tienen una distribución normal por lo tanto se realizara la estadística no paramétrica.

Tabla 18

Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas de la dimensión BIM 5D y la eficiencia

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre BIM 5D y eficiencia es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	0,001	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas.
El nivel de significación es de ,050.

Contrastación de hipótesis:

En este caso la contrastación de la hipótesis se realizó con la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, donde se observa en la tabla 18, que el nivel de significancia para la dimensión BIM 5D y la eficiencia es de 0.001, evidenciando que el valor es inferior a 0.05, por lo que concluimos que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna donde se establece que la metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la Empresa Constructora DVC, Lima 2022.

V. DISCUSIÓN

Sobre el objetivo general

Se planteo como objetivo general, Determinar en qué medida la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

Respecto a la a los resultados de la presente investigación del análisis descriptivo referente a productividad se analizó la dimensión eficiencia que se relacionó con todas las dimensiones de metodología BIM, donde los resultados encontrados sobre la media del pre test es de 17% y la del post test de 19%, donde se puede evidenciar una mejora del 2% en la eficiencia después de aplicar la metodología BIM en sus dimensiones 3D, 4D y 5D, de esta manera se incrementa la productividad optimizando el proceso de presupuesto.

En cuanto al análisis inferencial de la muestra se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido a que la muestra es menor a 50 datos. Obteniendo para el pre test una significancia de 0.298 dato superior al nivel de significancia máximo de 0.05 de esta manera se tiene una distribución normal, en el caso del post test se obtuvo una significancia del 0.002 inferior al nivel máximo de significancia de 0.05 por lo tanto los datos no tiene una distribución normal, en este caso se toma la de menor valor y se realiza la prueba no paramétrica de Wilcoxon, prueba de rangos con signos de Wilcoxon para muestras relacionadas donde se tuvo como resultado 0.039 dato inferior al máximo de error de significancia de 0.05 rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna, es decir que con un 3.9% de error se cumple con el objetivo planteado donde la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

Por otro lado existen similitudes en investigaciones con respecto a la aplicación de la metodología BIM, en la investigación realizado por Ojeda (2021), donde realizo un análisis del control presupuestal con el fin de identificar los beneficios de la metodología BIM con respecto a la cantidad de materiales, tiempo y costo en comparación con la metodología tradicional, teniendo como resultado una disminución de \$2,153,372 dólares que es un 7% del monto total del proyecto, asimismo una disminución en el tiempo de 132 a 52 días reduciendo en 40% la

programación de ejecución del proyecto, la eficiencia de la metodología BIM es notable porque abarca todas las fases de un proyecto.

De la misma manera Quiso et al., (2021), realizó la aplicación de la metodología BIM en su dimensión 3D, 4D y 5D en la etapa de planificación y ejecución teniendo como resultado el incremento de la productividad con un ahorro de tiempo del 27% por partida planificada, el uso de estos métodos permite mejorar la curva de la productividad permitiendo ahorrar tiempo y evitar sobrecostos.

Por otro lado Vallade (2019), en su investigación realizada sobre el estudio demostrativo de la aplicación de la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional, teniendo como resultado una reducción de tiempo de ejecución del proyecto aplicando el BIM 4D de un 30% del plazo establecido con la metodología tradicional, esto repercute directamente al costo teniendo un 7% con la metodología tradicional y un 5% al aplicar la metodología BIM en comparación a la utilidad esto quiere decir un ahorro del 2% que favorece a la utilidad de la empresa constructora, también se logró automatizar los procesos mejorando la productividad y competitividad.

Todos los estudios anteriores desde el punto de vista conceptual son similares como lo menciona Pinti et al., (2022), donde menciona que la metodología BIM no es solo un modelo 3D, sino que contiene información importante organizada internamente sistemática y estructurada de acuerdo a la especialidad que sea utilizado, integrando todas las fases de ciclo de vida de un proyecto, desarrollando un trabajo colaborativo entre las partes interesadas, automatizando los procesos en sus dimensiones 3D, 4D y 5D.

De acuerdo con la investigación realizada es imprescindible la aplicación de la metodología BIM en la etapa de licitación de los proyectos más importantes, teniendo filtros de control para la elección de los proyectos a estudiar, teniendo un personal capacitado en conocimientos de las herramientas BIM y con experiencia en proceso constructivo y de planeamiento, creando un plan de procesos para la integración del metrado, tiempo y costo optimizando los procesos de elaboración de presupuestos.

Sobre el objetivo específico 1

Se propuso como objetivo específico 1, Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

De acuerdo al análisis que se realizó mediante la estadística descriptiva se tiene como resultado la comparación de las medias siendo para el pre test el 75% y para el post test de 93%, donde se puede evidenciar que existe una mejora importante del 18% en la eficiencia después de aplicar la metodología BIM en su dimensión 3D, es importante mencionar la mejora en el proceso de metrados en el tiempo que disminuye de 30 días a 22 días, además la cuantificación de los metrados son más exactos, de esta manera se evita el sobre costo de horas hombre por retrabajo en revisión de metrados en el caso de la metodología tradicional.

En consecuencia, mediante el análisis inferencial se realizó la prueba de normalidad para muestras menores a 50 que corresponde la prueba estadística de Shapiro Wilk para muestras relacionadas teniendo como resultado del valor de significancia para la dimensión 3D de 0.003 y para la eficiencia de 0.000, valores menores a 0.05 por lo tanto los datos no tienen una distribución normal y se realiza la prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas teniendo como resultado de significancia de 0.001 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que La metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

Los resultado obtenidos se contrastan con la investigación realizada por Andujar et al. (2020) donde se realizó la comparación de la metodología BIM con los métodos tradicionales de construcción teniendo como resultado la mejora de la productividad, la mejora del proceso de trabajo y mejora de la comunicación entre los interesados, además se disminuyó un 8.2% las desviaciones de los costos permitiendo reducir los sobre costos evitando los retrabajos optimizando el tiempo de realización del proyecto, además se logra reducir el uso de cantidad de material teniendo metrados más exactos que repercute directamente en la mejora de tiempo y costo.

De igual manera Belyakov et al. (2020), realizo la investigación sobre la construcción de edificios residenciales con el fin de mejorar los costos en

comparación con los costos base que se estima para la licitación de obras, los resultados de la aplicación de la metodología BIM permitió realizar cambios en el proyecto por errores de diseño, no tener interferencias entre las especialidades en el modelo 3D y calcular una cantidad exacta de los materiales evitando de esta manera el sobrecosto del proyecto. Se concluye que esta herramienta tuvo un buen desempeño teniendo altos índices de rapidez, volumen y calidad del diseño y construcción.

En consecuencia, desde el punto de vista conceptual Pinti et al., (2022), con respecto a la dimensión 3D no solo se refiere a la construcción digital del modelo sino también que contiene información jerárquica y ordenada que permite calcular metrados exactos de los elementos estructurales permitiendo vincular en tiempo real con otras tecnologías y así evitar errores y sobrecostos en el proyecto permitiendo incrementar la eficiencia de los procesos.

Por lo tanto, en los resultados obtenidos en la presente investigación es imprescindible la implementación del BIM 3D en los proyectos más importantes, se requiere de personal profesional con conocimientos intermedios de modelado 3D con experiencia en proceso constructivo para poder generar modelos paramétricos confiables, de esta manera obtener una cantidad de materiales exactos que serán utilizados por el BIM 4D y BIM 5D respectivamente, ayudando a reducir el tiempo y costo del proyecto, integrar al grupo de trabajo un coordinador BIM para la gestión de la información.

Sobre el objetivo específico 2

Se propuso como objetivo específico 2, Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

En consecuencia, el análisis descriptivo realizado a la dimensión 4D en el pre test se encontró que la media es de 72% y la media del post test es de 86%, de esta manera se pudo verificar y afirmar una mejora notable después de aplicar la metodología BIM en su dimensión 4D al indicador tiempo programado, mejorando en un 14% la eficiencia del proceso para poder realizar el planeamiento y programación del tiempo proyección de ejecución del proyecto en la etapa de licitación para la especialidad de estructuras del sector 2, el tiempo base que planteo el cliente es de 184 días calendarios y con el pre test se programó 268 días

y con el post test 220 días, con un mejora en el tiempo de 36 días calendarios aplicando la metodología BIM en su dimensión 4D en el medida de tiempo programado, es preciso recalcar que el tiempo que plantea el cliente casi nunca se logra respetar porque sus estimaciones de tiempos son muy ajustados y no representan a la realidad.

Con respecto al análisis inferencial, los resultados obtenidos mediante la prueba de Shapiro Wilk que los datos no tienen una distribución normal, realizando de esta manera la estadística no paramétrica donde el valor de significancia antes y después de aplicar la metodología BIM en su dimensión 4D fue de 0.592 y del indicador eficiencia de 0.000, se tomó el resultado menor que es inferior a 0.05 por lo tanto se realizó la prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas teniendo como resultado de significancia de 0.001 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que la metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

Los resultados obtenidos son similares a otras investigaciones, como Eldeep et al., (2022), en su artículo sobre un caso de estudio tuvo como objetivo aplicar la metodología BIM, teniendo como resultado la reducción de tiempo de diseño del proyecto en un 50% mejorando el tiempo de ejecución del proyecto de un mes y medio que es un 25% del tiempo ya establecido , es claro que mejora todo el flujo de trabajo de una obra de construcción, reduciendo el desperdicio y tiempos muertos incrementando la eficacia en los proceso.

De igual manera, Apaza et al., (2021), en su investigación realizada sobre la aplicación de la metodología BIM cuyo objetivo fue la elaboración eficiente del expediente técnico para mejorar el impacto en el plazo y costo del proyecto ya adjudicado con el proceso tradicional, teniendo como resultado mejoras sustanciales en cuanto al tiempo de ejecución del proyecto reduciendo en un 12% el tiempo total programado esto equivale a 20 días calendarios del total de 165 días programadas, las herramientas del BIM 4D permite mejorar el proceso de flujo de trabajo integrando con las herramientas del BIM 3D Y 5D resultando mejoras en la calidad, costo y tiempo del proyecto.

Los resultados obtenidos tienen concordancia en lo conceptual con respecto a la metodología BIM 4D donde Rodrigues et al., (2022), menciona como la

metodología BIM en su dimensión 4D mejora la planificación de proyectos, permitiendo una visualización integral del proyecto más fácil y rápida que permite tomar una decisión confiable, destacando la optimización de los procesos de construcción permitiendo de esta manera mejor control en tiempo real de la planificación de los trabajos a realizar, al estar vinculado directamente con el modelo 3D los cambios realizados son automáticos, incrementado la productividad en el proceso de elaboración de la planificación.

En relación a los resultados encontrados en la investigación es importante la aplicación de la metodología BIM en su dimensión 4D en la planificación de los proyectos en licitación para poder obtener tiempos reales reduciendo el plazo estimado de ejecución, es necesario tener un proceso estandarizado para la planificación del proyecto utilizando el modelo 3D para el cálculo de sectorización, balanceo de metrados y tren de trabajo, vinculando el BIM 3D con el tiempo reduciendo errores por visualización o proceso constructivo, incrementado la eficiencia en el proceso de planificación del proyecto.

Sobre el objetivo específico 3

Referente al objetivo específico 3, Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

Respecto a los resultados de la estadística descriptiva de la muestra del pre test en su dimensión 5D se encontró que la media es de S/ 1,243,651.33 y la media del post test es de S/ 1,201,503.50, teniendo una diferencia de S/ 42,147.83 que es igual al 15% de reducción del costo del proyecto en comparación con el costo de la metodología tradicional, verificando la mejora en costo para la ejecución del proyecto, siendo de esta manera más competitivo en la presentación de la propuesta económica.

El análisis inferencial realizado a los datos de la dimensión 5D determinando primeramente la prueba de normalidad de Shapiro Wilk para muestras menores a 50, se realizó la prueba con los datos antes y después de aplicar la metodología BIM con relación a la dimensión eficiencia los valores resultantes fueron de 0.014 y 0.000 para la dimensión del BIM 5D, resultados fueron inferiores al nivel de significancia de 0.05 por lo tanto los datos no tienen una distribución normal y se realizó la prueba estadística no paramétrica. Por lo tanto, se realizó la prueba de

rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas teniendo como resultado de significancia de 0.001 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que la metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto en la empresa constructora DVC, Lima 2022.

Los resultados obtenidos son similares a diferentes investigaciones como el de Chirinos & Pecho (2019), que en su investigación planteo como objetivo optimizar los costos aplicando la metodología BIM 5D, teniendo como resultado un ahorro de S/ 355,948.42 que es el 30.24% del monto de del proyecto y un 0.08% por costo de implementar BIM de esta manera concluye que la aplicación de la metodología BIM permite evitar sobrecostos beneficiando a la empresa constructora y evitando extensión de plazos en la ejecución de la obra, reduciendo el costo del proyecto y mejorando la eficiencia de flujo de trabajo en la elaboración de la propuesta.

De la misma manera Vallarde (2019), en su investigación de aplicación de la metodología BIM y aplicación demostrativa tuvo como objetivo desarrollar un proyecto con la metodología tradicional teniendo como resultando un 7% del valor de la utilidad y un 5% con la metodología BIM, teniendo una mejora en un 2% con respecto a la utilidad de la empresa, teniendo en cuenta el uso de la dimensión BIM 5D del software Presto con su modulo Cost-It herramienta para generación de presupuesto, donde se integra el modelo 3D con el presupuesto de manera bidireccional aumentando la eficiencia en el proceso de elaboración del presupuesto.

En concordancia con los resultados obtenidos marca relación en lo teórico con Sampaio (2022); donde menciona la importancia de ser competitivo valorando la eficiencia desde la fase de licitación hasta la finalizaciones la construcción de un proyecto, para esto es necesario utilizar herramientas de gestión de costos BIM para generar cantidad de materiales exactos, precios unitarios confiables y la presentación de presupuesto coherente.

Al respecto de los resultados obtenidos en la investigación es esencial la implementación de la metodología BIM 5D, realizando la estandarización de partidas de itemizado, tener una base de datos de precios unitarios utilizando software de presupuestos que automaticen el uso de la información del modelo 3D

con el presupuesto, incrementado la eficiencia en el proceso de elaboración de presupuesto.

Respecto a la metodología de la investigación

En referencia a la metodología que se aplicó en la presente investigación se hace énfasis en el tipo de investigación Aplicada y con diseño experimental de grado preexperimental donde se pudo realizar la investigación en un caso real realizando la toma de muestras de manera directa, muestras que son exactas y que pueden dar veracidad de los resultados obtenidos. De la misma manera para la comparación del pre test y post test entre la metodología tradicional y la metodología BIM se pudo obtener los resultados reales en este caso confirmando los objetivos planteados de la investigación. También se determinó la relación que existe entre las dos variables de estudio teniendo factores en común de causa y efecto. De la misma manera se pudo conocer los procesos actuales de trabajo con la metodología tradicional logrando mejorar el proceso con la metodología BIM en sus dimensiones de estudio.

Es importante mencionar el tipo de instrumento de recolección de datos utilizado para recabar la información para la investigación, se creó una Guía de Análisis Documental donde se registró toda la información necesaria de forma directa teniendo conocimiento de la problemática que actualmente está sucediendo en el área de presupuesto, teniendo al metrado, tiempo programado y costo como principal indicador para poder medir las variables y así poder dar solución al problema de estudio.

Por otro lado, la investigación realizada en relevancia con lo social y científico contribuye al conocimiento en la aplicación de nuevas metodologías en la etapa de licitación de un proyecto, etapa donde no existe mucha investigación siendo importante porque es la primera fase para llegar a la ejecución de un proyecto de construcción, aportando también el uso de nuevas tecnologías para la mejora de los procesos en la elaboración de presupuestos que abarca tanto el ámbito público y privado.

VI. CONCLUSIONES

- Primero** Con respecto al objetivo general planteado en la investigación realizada en la empresa constructora DVC, Lima 2022, concluimos que la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos, las mejoras son evidenciadas en los resultados obtenidos en el análisis descriptivo de la muestra de la dimensión eficiencia, incrementando de un 17% a un 19% después de aplicar la metodología BIM en sus dimensiones 3D, 4D y 5D respectivamente en la especialidad de estructuras, es claro que al incrementarse la eficiencia también afecta directamente a la productividad mejorando el flujo de trabajo en metrados de partidas, tiempo programado y costo.
- Segundo** Con relación al objetivo específico 1: La dimensión 3D logro mejorar el proceso de presupuesto después de realizar la aplicación de la metodología BIM en su dimensión 3D en el indicador metrados de partidas en la especialidad de estructuras, se concluye que se logró una mejora considerable equivalente a un 18% de incremento de la eficiencia para obtener los metrados, esto significa una diferencia de 6 días calendarios en comparación con la metodología tradicional, de esta manera el proceso de obtener metrados mejoro.
- Tercero** Para el objetivo específico 2: La dimensión 4D logro mejorar el proceso de presupuesto después de realizar la aplicación de la metodología BIM en su dimensión 4D en el indicador tiempo programado, se alcanzó un incremento del 14% de la eficiencia con respecto a la metodología tradicional logrando reducir el tiempo estimado de ejecución del proyecto en la etapa de licitación de 48 días calendarios.
- Cuarto** Por último, respecto al objetivo específico 3: La dimensión 5D logro mejorar el proceso de presupuesto después de realizar la aplicación de la metodología BIM en su dimensión 5D en el indicador costo, se concluye que se logró una mejora en el costo directo en la especialidad de estructuras teniendo una disminución de S/ 42,147.83 soles con respecto a la metodología tradicional, costo que mejora la eficiencia y competitividad de la propuesta ante el cliente.

VII.RECOMENDACIONES

- Primero** Con respecto al objetivo general y para mantener los resultados obtenidos en las dimensiones e indicadores se recomienda aplicar la metodología BIM es los proyectos más importantes de la lista de estudios teniendo un filtro de control para la elección de los proyectos a licitar, realizar la capacitación del personal del área de presupuestos en herramientas BIM y la integración de profesionales con experiencia en proceso constructivo y planeamiento, es necesario utilizar el software Presto con su modulo Cost It para poder vincular el modelo 3D con el presupuesto y la programación que se realiza con el MS Project y Navisworks de esta manera se trabaja colaborativamente optimizando los procesos de elaboración de presupuestos.
- Segundo** Referente al objetivo específico 1: Se recomienda aplicar la metodología BIM en su dimensión 3D para poder obtener metrados más exactos, esto requiere la capacitación del profesional de estudio de propuestas en modelado Revit para poder parametrizar la información de acuerdo con la necesidad del proyecto, también es imprescindible la integración de un coordinador BIM o BIM manager para la gestión de información.
- Tercero** Respecto al objetivo específico 2: Se recomienda aplicar la metodología BIM en su dimensión 4D en la planificación de los proyectos en licitación, diseñar un proceso estandarizado para el cálculo de sectorización, balanceo de metrados y tren de trabajo, se requiere la utilización de rutinas de Dynamo de Revit para la extracción de información del modelo 3D para poder ingresar al Navisworks o Ms Project para la visualización del tiempo estimado de ejecución en la etapa de licitación.
- Cuarto** Por último, respecto al objetivo específico 3: Se recomienda aplicar la metodología BIM en su dimensión 5D en el costo de los proyectos en licitación, estandarizando las partidas de itemizado, creando una base de datos de precios unitarios utilizando el programa para presupuesto Presto y su modulo Cost It que se vincula con el modelo 3D de forma bidireccional optimando el proceso de presupuesto.

REFERENCIAS

- Agarwal, R., Chandrasekaran, S., & Sridhar, M. (2016). *Imaginando el futuro digital de la construcción*. 14.
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., & Al-Aidrous, A.-H. M. H. (2022). "Values, Challenges, and Critical Success Factors" of Building Information Modelling (BIM) in Malaysia: Experts Perspective. *Sustainability*, 14(6), 3192. <https://doi.org/10.3390/su14063192>
- Almenara, J. C., & Cejudo, M. del C. L. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). *Revista Eduweb*, 7(2), 11-22.
- Amin Ranjbar, A., Ansari, R., Taherkhani, R., & Hosseini, M. R. (2021). Developing a novel cash flow risk analysis framework for construction projects based on 5D BIM. *Journal of Building Engineering*, 44, 103341. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103341>
- Andújar-Montoya, M. D., Galiano-Garrigós, A., Echarri-Iribarren, V., & Rizo-Maestre, C. (2020). BIM-LEAN as a Methodology to Save Execution Costs in Building Construction—An Experience under the Spanish Framework. *Applied Sciences*, 10(6), 1913. <https://doi.org/10.3390/app10061913>
- Apaza, V. A., Silva, H. J., & Tagle, A. F. (2021). "Incumplimiento de plazo y costo por la deficiente elaboración de expedientes técnicos, al no utilizar herramientas de la metodología BIM, en el sector público de la región Arequipa. Caso de estudio: Construcción de las Escuelas Profesionales de Ciencias de la Computación e Ingeniería de Telecomunicaciones, distrito, provincia y región Arequipa [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/659319/Apaza_MV.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Asturias. (2018). *El Proceso de Elaboracion de los Presupuestos*. 21.

Barco, D. (2018). *Guía para Implementar y gestionar proyectos BIM*. Costos S.A.C.

Belyakov, V. A., Salnikov, V. B., & Galiakhmetov, R. T. (2020). Improving the calculation of the cost of the construction project using BIM technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 972(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/972/1/012039>

Bilal, M., & Oyedele, L. O. (2020). Big Data with deep learning for benchmarking profitability performance in project tendering. *Expert Systems with Applications*, 147, 113194. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113194>

Brumana, R., Stanga, C., & Banfi, F. (2022). Models and scales for quality control: Toward the definition of specifications (GOA-LOG) for the generation and re-use of HBIM object libraries in a Common Data Environment. *Applied Geomatics*, 14(S1), 151-179. <https://doi.org/10.1007/s12518-020-00351-2>

Charef, R. (2022). The use of Building Information Modelling in the circular economy context: Several models and a new dimension of BIM (8D). *Cleaner Engineering and Technology*, 7, 100414. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100414>

Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la teoría general de la administración*. McGraw-Hill. <https://esmirnasite.files.wordpress.com/2017/07/i-admon-chiavenato.pdf>

Chirinos, L. R. S., & Pecho, J. C. L. (2019). *Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido* [UPC]. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626030/Chirinos_sl.pdf?sequence=11&isAllowed=y

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (Eds.). (2008). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Wiley.

Eldeep, Ahmed. M., Farag, Moataz. A. M., & Abd El-hafez, L. M. (2022). Using BIM as a lean management tool in construction processes – A case study. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(2), 101556. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.07.009>

Ferdosi, H., Abbasianjahromi, H., Banihashemi, S., & Ravanshadnia, M. (2022). BIM applications in sustainable construction: Scientometric and state-of-the-art review. *International Journal of Construction Management*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2029679>

Fernández-Ríos, M., & Sánchez, J. C. (1997). *Eficacia organizacional: Concepto, desarrollo y evaluación*. Ediciones Díaz de Santos.

García, R. (2018). *Estudio del trababajo* (Segunda edicion). McGraw-Hill. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

Harrington, H. J. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. McGraw-Hill.

Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodologíaa de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*.
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Koontz, H., Weihrich, H., & Cannice, M. (2008). *Administración. Una perspectiva Global y Empresarial* (Decimocuarta edición). McGraw-Hill. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://frh.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/22766/mod_resource/content/1/Administracion_una_perspectiva_global_y_empresarial_Koontz.pdf
- Lin, Y. C., Hsu, Y. T., & Hu, H. T. (2022). BIM Model Management for BIM-Based Facility Management in Buildings. *Advances in Civil Engineering, 2022*, 1-13.
<https://doi.org/10.1155/2022/1901201>
- Marin, N., Correa, L., & Marín, R. (2021). Implementación de la metodología BIM en el Perú: Una revisión. *Revista Científica Pakamuros, 9(2)*, 29-42.
- Méndez Álvarez, C. E. (2012). *Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales*. Limusa.
<https://doku.pub/download/metodologia-de-la-investigacion-carlos-mendez-1pdf-8lyzpjxdoeqd>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y HOJA DE RUTA DEL PLAN BIM PERÚ*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mef.gob.pe/contentidos/inv_publica/anexos/anexo_RD0002_2021EF6301.pdf
- Murguía, D. (2018). *PRIMER ESTUDIO DE ADOPCIÓN BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN LIMA Y CALLAO 2017*. 20.

- Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M., & Lara, W. (2021). *SEGUNDO ESTUDIO DE ADOPCIÓN BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN LIMA Y CALLAO*. 26.
- Ñaupas, H., Palacios Vileta, J. J., Romero Delgado, H. E., & Valdivia Dueñas, M. R. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. <http://www.ebooks7-24.com/?il=8046>
- Ojeda, D. (2021). *ANÁLISIS DE CONTROL PRESUPUESTAL DE UNA OBRA DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL, MEDIANTE METODOLOGÍA BIM Y COMPARANDO CON EL MÉTODO TRADICIONAL CAD. ESTUDIO DE CASO PROYECTO SAN NICOLAS UBICADO EN EL DORADO META*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26294/1/PROYECTO_551541.pdf
- Pacheco, L. O. V., & Romero, J. R. S. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN PARA EL MODELADO VIRTUAL PILOTO DEL BLOQUE 12 DE LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA* [Universidad de La Costa]. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/4625/1048323645%20-%201140895403.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinti, L., Codinhoto, R., & Bonelli, S. (2022). A Review of Building Information Modelling (BIM) for Facility Management (FM): Implementation in Public Organisations. *Applied Sciences*, 12(3), 1540. <https://doi.org/10.3390/app12031540>

- Prokopenko, I. I. (1989). *La gestión de la productividad: Manual práctico*. Oficina Internacional del Trabajo. <https://docplayer.es/23869681-la-gestion-de-la-productividad.html>
- Quiso, E., Rivera, J., & Farje, J. (2021). Proposal for the application of ICE and BIM sessions to increase productivity in construction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1803(1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1803/1/012027>
- Rodrigues, F., Baptista, J. S., & Pinto, D. (2022). BIM Approach in Construction Safety—A Case Study on Preventing Falls from Height. *Buildings*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.3390/buildings12010073>
- Rosenberg, J. M. (2001). *Diccionario de administración y finanzas*. Oceano.
- Ruffier, J. (1998). *La Eficiencia productiva* (Primera edición). CINTERFOR/OIT. https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/ruffier.pdf
- Saldaña, M. R. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo*, 6(3), 114.
- Salinas, J., & Prado, G. (2019). Building information modeling (BIM) to manage desing and construction phases of Peruvian public projects = Building information modeling (BIM) para la gestión del diseño y construcción de proyectos públicos peruanos. *Building & Management*, 3(2), 48. <https://doi.org/10.20868/bma.2019.2.3923>
- Sampaio, A. Z. (2022). Project management in office: BIM implementation. *Procedia Computer Science*, 196, 840-847. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.083>
- Sepasgozar, S. M. E., Costin, A. M., Karimi, R., Shirowzhan, S., Abbasian, E., & Li, J. (2022). BIM and Digital Tools for State-of-the-Art Construction Cost

Management. *Buildings*, 12(4), 396.

<https://doi.org/10.3390/buildings12040396>

Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción* (Segunda edición). Universidad Católica de Chile. <https://docer.com.ar/doc/xes88ex>

Shaqour, E. N. (2022). The role of implementing BIM applications in enhancing project management knowledge areas in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101509. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.023>

Sun, H., & Liu, Z. (2022). Research on Intelligent Dispatching System Management Platform for Construction Projects Based on Digital Twin and BIM Technology. *Advances in Civil Engineering*, 2022, e8273451. <https://doi.org/10.1155/2022/8273451>

Vallade, M. I. T. (2019). *ESTUDIO DE LA METODOLOGIA BIM EN LA GESTION DE CONSTRUCCION Y APLICACIÓN DEMOSTRATIVA*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173498>

Zaker, M. (2019). *BIM implementation in architectural practicess: Towards advanced collaborative approaches based on digital technologies* [Universidad Politecnica de Catalunya]. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/668050/TMRZH1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿En qué medida la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICAS</p> <p>i) ¿En qué medida la metodología BIM en su dimensión 3D, mejora la eficiencia del proceso de presupuesto?</p> <p>ii) ¿En qué medida la metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto?</p> <p>iii) ¿En qué medida la metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar en qué medida la metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>i) Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.</p> <p>ii) Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.</p> <p>iii) Determinar en qué medida la metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>La metodología BIM en la etapa de licitación optimiza la productividad del proceso de presupuestos.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICOS</p> <p>i) La metodología BIM en su dimensión 3D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto</p> <p>ii) La metodología BIM en su dimensión 4D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.</p> <p>iii) La metodología BIM en su dimensión 5D mejora la eficiencia del proceso de presupuesto.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Metodología BIM</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Productividad del proceso del presupuesto</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicado Diseño: Experimental Grado: Preexperimental Población: Proyecto Mal Aventura SJL- Sector 2, especialidad de estructura Muestra: Elemento estructural de cimentación, columna, placa, viga, losa de techo, losa de piso, muro anclado. Técnica: Observación / Cuestionario Instrumento: Guía de análisis documental / Cuestionario</p>

Anexo 2. Matriz de operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Formula	Instrumento	Escala
Variable Independiente: Metodología BIM	El BIM es una tecnología del modelo de información que trabaja en un entorno colaborativo mediante procesos, donde se elabora trasmite y analiza la construcción digital del modelo (Eastman et al., 2008)	La metodología BIM, está directamente relacionada con los usos BIM que son la creación del modelo (3D), la vinculación con el planeamiento (4D) y adicionar el cálculo de costos al modelo (5D) (Barco, 2018).	BIM 3D	Metrado de partidas	$\frac{\text{Tiempo partidas procesadas}}{\text{Tiempo partidas proyectadas}} * 100$	Guía de análisis documental	Porcentaje
			BIM 4D	Tiempo programado	$\frac{\text{Tiempo calculado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100$	Guía de análisis documental	Porcentaje
			BIM 5D	Costo	$\text{Metrado} * \text{Precio Unitario}$	Guía de análisis documental	Costo
Variable dependiente: Productividad del proceso de presupuesto	La productividad desde el punto de vista de la construcción, es cuantificar la eficiencia administrando los recursos en un plazo dado cumpliendo con los estándares de calidad (Serpell, 2002)	La productividad se aplica al trabajo armónico entre todas las áreas funcionales sin interferencia entre las jerarquías y funciones, esto debido a que la productividad se basa en el esfuerzo final con relación a los recursos utilizados, por lo que debe controlar la eficacia y la eficiencia (García, 2018).	Eficiencia	Horas Hombre en el proceso	$\frac{\text{Partidas procesadas}}{\text{Costo de H.H.}}$	Guía de análisis documental /Cuestionario	Porcentaje

Anexo 3. Guía de análisis documental

Indicador N° 01: Medrado de partidas

Guía de análisis documental: Medrado de partidas				
Investigador		Jenri Luis Tananta Tejeda		
Proceso observado		Proceso de presupuesto		
Pre-Test				
N°	Elemento Estructural	Tiempo de partidas procesadas	Tiempo de partidas proyectadas	$\frac{\text{Tiempo partidas procesadas}}{\text{Tiempo partidas proyectadas}} * 100$
1	Cimentación			
2	Columnas			
3	Placas			
4	Vigas			
5	Losa de techo			
6	Losa de piso			
7	Muro anclado			

Guía de análisis documental: Medrado de partidas				
Investigador		Jenri Luis Tananta Tejeda		
Proceso observado		Proceso de presupuesto		
Post-Test				
N°	Elemento Estructural	Tiempo de partidas procesadas	Tiempo de partidas proyectadas	$\frac{\text{Tiempo partidas procesadas}}{\text{Tiempo partidas proyectadas}} * 100$
1	Cimentación			
2	Columnas			
3	Placas			
4	Vigas			
5	Losa de techo			
6	Losa de piso			
7	Muro anclado			

Indicador N° 02: Tiempo programado

Guía de análisis documental: Tiempo programado				
Investigador		Jenri Luis Tananta Tejeda		
Proceso observado		Proceso de presupuesto		
Pre-Test				
N°	Elemento Estructural	Tiempo de partidas procesadas	Tiempo de partidas proyectadas	$\frac{\text{Tiempo calculado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100$
1	Cimentación			
2	Columnas			
3	Placas			
4	Vigas			
5	Losa de techo			
6	Losa de piso			
7	Muro anclado			

Guía de análisis documental: Tiempo programado				
Investigador		Jenri Luis Tananta Tejeda		
Proceso observado		Proceso de presupuesto		
Post-Test				
N°	Elemento Estructural	Tiempo de partidas procesadas	Tiempo de partidas proyectadas	$\frac{\text{Tiempo calculado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100$
1	Cimentación			
2	Columnas			
3	Placas			
4	Vigas			
5	Losa de techo			
6	Losa de piso			
7	Muro anclado			

Indicador N° 03: Costo

Guía de análisis documental: Costos			
Investigador		Jenri Luis Tananta Tejada	
Proceso observado		Proceso de presupuesto	
Pre-Test			
N°	Elemento Estructural	Costo por elemento estructural	<i>Metrado * Precio Unitario</i>
1	Cimentación		
2	Columnas		
3	Placas		
4	Vigas		
5	Losa de techo		
6	Losa de piso		
7	Muro anclado		

Guía de análisis documental: Costos			
Investigador		Jenri Luis Tananta Tejada	
Proceso observado		Proceso de presupuesto	
Post-Test			
N°	Elemento Estructural	Costo por elemento estructural	<i>Metrado * Precio Unitario</i>
1	Cimentación		
2	Columnas		
3	Placas		
4	Vigas		
5	Losa de techo		
6	Losa de piso		
7	Muro anclado		

Anexo 4. Cuestionario

CUESTIONARIO DE EVALUACION									
Nombre y Apellido:									
Área:			Cargo:						
Fecha de evaluación:									
Pre-Test/Pos-Test									
Pregunta: 1, 6 y 11: Ninguno=1; Básico=2; Intermedio=3; Avanzado=4; Especializado=5 Pregunta: 2-5, 7-10, 12-15 Nunca=1; Casi nunca=2; Ocasionalmente=3; Casi siempre=4; Siempre=5									
Evaluación de BIM 3D					Puntuación:				
					1	2	3	4	5
1.	¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento de la metodología BIM?								
2.	¿En la elaboración de la propuesta del proyecto se aplicó el BIM 3D?								
3.	¿Se realizó la parametrización de los datos con el BIM 3D?								
4.	¿Se realizó el trabajo colaborativo en el proyecto con el BIM 3D?								
5.	¿Existen correcciones e interacciones y se optimizan los metrados con el BIM 3D?								
Subtotal									
Evaluación de BIM 4D					Puntuación:				
					1	2	3	4	5
6.	¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento del BIM 4D?								
7.	¿En la elaboración del planeamiento del proyecto se empleó el BIM 4D?								
8.	¿Se automatizó el proceso en la obtención de metrados para la planificación?								
9.	¿Se realizó diferentes escenarios de sectorización para optimizar el tiempo de ejecución del proyecto?								
10.	¿Se realizó el balanceo de los recursos para mejorar el planeamiento del proyecto?								
Subtotal									
Evaluación de BIM 5D					Puntuación:				
					1	2	3	4	5
11.	¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento del BIM 5D?								
12.	¿Se logró realizar mediciones automáticas con el BIM 5D?								
13.	¿El método empleado es el óptimo en la minimización de riesgo de pérdida?								
14.	¿Se cumple con el control del costo adecuado y automatizado con el BIM 5D?								
15.	¿Se optimiza los tiempos de trabajo en el proceso de presupuesto con el BIM 5D?								
Subtotal									
Evaluación	Puntaje máximo		Puntaje obtenido			Porcentaje			
BIM 3D	25								
BIM 4D	25								
BIM 5D	25								
Total	75								

Anexo 5. Certificado de validación de instrumentos de recolección de datos

Validación del experto 1

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Metodología BIM

Nº	INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	METRADO DE PARTIDAS $\frac{\text{Tiempo partidas procesadas}}{\text{Tiempo partidas proyectadas}} * 100$	X		X		X		
2	TIEMPO PROGRAMADO $\frac{\text{Tiempo calculado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100$	X		X		X		
3	COSTO $\text{Metrado} * \text{Precio Unitario}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador: MG. ING. RUBEN FELIPE VIDAL ENDARA DNI: 42234032

Especialidad del validador: Metodólogo [X] Temático [X]

Grado: Maestro [X] Doctor []

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

26 de JULIO del 2022



Firma del Experto Informante.
Especialidad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Productividad del proceso de presupuesto

N°	INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	HORAS HOMBRE EN PROCESO <i>Partidas procesadas</i> <i>Costo de H.H.</i>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador: MG. ING. RUBEN FELIPE VIDAL ENDARA
Especialidad del validador: Metodólogo [X] Temático [X]

DNI: 42234032

Grado: Maestro [X] Doctor []

26 de JULIO del 2022

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

Firma del Experto Informante.

Validación del experto 2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Metodología BIM

N°	INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	METRADO DE PARTIDAS $\frac{\text{Tiempo partidas procesadas}}{\text{Tiempo partidas proyectadas}} * 100$	X		X		X		
2	TIEMPO PROGRAMADO $\frac{\text{Tiempo calculado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100$	X		X		X		
3	COSTO $\text{Metrado} * \text{Precio Unitario}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador: Jaqueline Miriam Caraza Esteban DNI: 41211605

Especialidad del validador: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [X] Doctor []

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



09 de julio del 2022

Arq. Jacqueline Caraza
C.A.P. N° 12213

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Productividad del proceso de presupuesto

N°	INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	HORAS HOMBRE EN PROCESO <i>Partidas procesadas</i> <i>Costo de H.H.</i>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **SUFICIENCIA**

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

Apellidos y nombres del juez validador: Jaqueline Miriam Caraza Esteban

DNI: 41211605

Especialidad del validador: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [X] Doctor []

09 de julio del 2022

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



Arq. Jacqueline Caraza
C.A.P. N° 12213

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: METODOLOGIA BIM

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: BIM 3D							
1	¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento de la metodología BIM?	X		X		X		
2	¿En la elaboración de la propuesta del proyecto se aplicó el BIM 3D?	X		X		X		
3	¿Se realizó la parametrización de los datos con el BIM 3D?	X		X		X		
4	¿Se realizó el trabajo colaborativo en el proyecto con el BIM 3D?	X		X		X		
5	¿Existen correcciones e interacciones y se optimizan los metrados con el BIM 3D?	X		X		X		
	DIMENSION 2: BIM 4D							
6	¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento del BIM 4D?	X		X		X		
7	¿En la elaboración del planeamiento del proyecto se empleó el BIM 4D?	X		X		X		
8	¿Se automatizó el proceso de en la obtención de metrados para la planificación?	X		X		X		
9	¿Se realizó diferentes escenarios de sectorización para optimizar el tiempo de ejecución del proyecto?	X		X		X		
10	¿Se realizó el balanceo de los recursos para mejorar el planeamiento del proyecto?	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3: BIM 5D							
11	¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento del BIM 5D?	X		X		X		
12	¿Se logra realizar mediciones automáticas con el BIM 5D?	X		X		X		
13	¿El método empleado es el óptimo en la minimización de riesgo de pérdida?	X		X		X		
14	¿Se cumple con el control del costo adecuado y automatizado con el BIM 5D?	X		X		X		
15	¿Se optimiza los tiempos de trabajo en el proceso de presupuesto con el BIM 5D?	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Realizar la aclaración de los valores de las respuestas para obtener una adecuada puntuación. _____

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

Apellidos y nombres del juez validador: ...Jacqueline Miriam Caraza Esteban..... DNI: ...41211605...

Especialidad del validador: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [X] Doctor []

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



09 de julio del 2022

Arq. Jacqueline Caraza

C.A.P. N° 12213

Validación del experto 3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Metodología BIM

Nº	INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	METRADO DE PARTIDAS $\frac{\text{Tiempo partidas procesadas}}{\text{Tiempo partidas proyectadas}} * 100$	X		X		X		
2	TIEMPO PROGRAMADO $\frac{\text{Tiempo calculado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100$	X		X		X		
3	COSTO $\text{Metrado} * \text{Precio Unitario}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiente

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

Apellidos y nombres del juez validador: Alberto Martin Santibañez Rojas DNI: 10476604

Especialidad del validador: Metodólogo [] Temático [X]

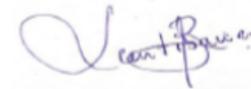
Grado: Maestro [X] Doctor []

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



10 de julio del 2022

Ingeniero Civil.
C.I.P. N° 066205

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Productividad del proceso de presupuesto

N°	INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	HORAS HOMBRE EN PROCESO <i>Partidas procesadas</i> <i>Costo de H. H.</i>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiente

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

Apellidos y nombres del juez validador: Alberto Martin Santibañez Rojas DNI: 10476604

Especialidad del validador: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [X] Doctor []

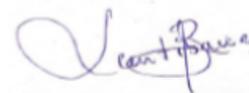
10 de julio del 2022

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



Ingeniero Civil.
C.I.P. N° 066205

Anexo 6: Autorización de la investigación

Sobre electrónico EC46A0BE6-D489-401D-B4B2-7BA41230E50A



CARTA DE AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Yo, Dusan Zlatar Lomellini, identificado con DNI N° 10543296, en mi calidad de Gerente Comercial Corporativo de la empresa De Vicente Constructora S.A.C, con RUC N° 20548187266, ubicada en Av. Javier Prado Oeste 757, Magdalena del Mar, Lima.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Jenri Luis Tananta Tejeda, identificado con DNI N° 41207552, estudiante de la escuela posgrado de Ingeniería Civil en la Universidad Cesar Vallejo, para utilizar la información solicitada del proyecto Mall Aventura San Juan de Lurigancho - sector 2 en la especialidad de estructura, otorgando la información de metrados, costo y tiempo a nivel de porcentaje y estadística siendo necesaria y únicamente de carácter académico para desarrollar su trabajo de investigación.

Atentamente,

Lima, 08 de julio de 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Dusan Zlatar Lomellini', written over a horizontal line.

DUSAN ZLATAR LOMELLINI
GERENTE COMERCIAL CORPORATIVO
DNI 10543296
DE VICENTE CONSTRUCTORA S.A.C

Anexo 7. Validación de resultados Metodología BIM

Sobre electrónico ED16AE517-0DD7-4397-950D-5EBE0B0F924A

CUESTIONARIO DE EVALUACION							
Nombre y Apellido: Cecilia Razuri Mesones							
Área: Estudio de Propuestas			Cargo: Jefe de Propuestas				
Fecha de evaluación: 03-08-2022							
Pre-Test/Pos-Test							
Pregunta: 1, 6 y 11: Ninguno=1; Básico=2; Intermedio=3; Avanzado=4; Especializado=5							
Pregunta: 2-5, 7-10, 12-15 Nunca=1; Casi nunca=2; Ocasionalmente=3; Casi siempre=4; Siempre=5							
Evaluación de BIM 3D			Puntuación:				
			1	2	3	4	5
1. ¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento de la metodología BIM?					X		
2. ¿En la elaboración de la propuesta del proyecto se aplicó el BIM 3D?							X
3. ¿Se realizó la parametrización de los datos con el BIM 3D?							X
4. ¿Se realizó el trabajo colaborativo en el proyecto con el BIM 3D?						X	
5. ¿Existen correcciones e interacciones y se optimizan los metrados con el BIM 3D?							X
Subtotal			0	0	3	4	15
Evaluación de BIM 4D			Puntuación:				
			1	2	3	4	5
6. ¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento del BIM 4D?						X	
7. ¿En la elaboración del planeamiento del proyecto se empleó el BIM 4D?						X	
8. ¿Se automatizó el proceso en la obtención de metrados para la planificación?							X
9. ¿Se realizó diferentes escenarios de sectorización para optimizar el tiempo de ejecución del proyecto?							X
10. ¿Se realizó el balanceo de los recursos para mejorar el planeamiento del proyecto?						X	
Subtotal			0	0	0	12	10
Evaluación de BIM 5D			Puntuación:				
			1	2	3	4	5
11. ¿Los profesionales encargados de la propuesta tienen un grado de conocimiento del BIM 5D?						X	
12. ¿Se logro realizar mediciones automáticas con el BIM 5D?							X
13. ¿El método empleado es el óptimo en la minimización de riesgo de pérdida?							X
14. ¿Se cumple con el control del costo adecuado y automatizado con el BIM 5D?						X	
15. ¿Se optimiza los tiempos de trabajo en el proceso de presupuesto con el BIM 5D?						X	
Subtotal			0	0	0	12	10
Evaluación	Puntaje máximo	Puntaje obtenido				Porcentaje	
BIM 3D	25	22				88%	
BIM 4D	25	22				88%	
BIM 5D	25	22				88%	
Total	75	66				88%	

Observaciones: Se cumplió con el objetivo

Ing. Cecilia Razuri Mesones
Jefe de Propuestas

Certificado de firmas electrónicas:
ED16AE517-0DD7-4397-950D-5EBE0B0F924A



Firmado por

Firma electrónica

CECILIA TERESA RAZURI MESONES
PER 41071569
crazuri@dvc.com.pe

GMT-04:00 Jueves, 04 Agosto, 2022 22:01:30
Identificador único de firma:
E248CE6D-02FE-4E4D-8B45-C444A97DD24F

Anexo 8. Proceso de aplicación de la metodología BIM

El proceso completo de la aplicación de la metodología BIM se adjunta en un documento denominado Anexo 8, que contiene toda la información documentaria y del proceso realizado para la obtención de los resultados sobre la metodología BIM.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CARDEÑA PEÑA JORGE MANUEL, docente de la ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Metodología BIM en la etapa de licitación para optimizar la productividad del proceso de presupuestos en la empresa constructora DVC, Lima 2022", cuyo autor es TANANTA TEJEDA JENRI LUIS, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 09 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CARDEÑA PEÑA JORGE MANUEL DNI: 09340727 ORCID 0000-0003-3176-8613	Firmado digitalmente por: JCARDENAP el 09-08- 2022 00:23:27

Código documento Trilce: TRI - 0404629