



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**La metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en
una empresa constructora, Juliaca - 2022**

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

AUTORA:

Pancca Rojo, Monica Elizabeth (orcid.org/0000-0003-0441-1539)

ASESOR:

Mg. Baquedano Cabrera, Luis Clemente (orcid.org/0000-0002-3890-0640)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de Empresas de la Construcción

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta investigación se la dedico en primer lugar a Dios, quien me provee vida y salud.

A ti mamita Adriana, a quien amo con todo mi ser y eres mi ejemplo de fortaleza para no rendirme nunca.

A ti papito Roberto, porque eres mi ejemplo de siempre lograr cosas extraordinarias, y ser un ser que proporcione valor en la sociedad.

A mis hermanas Jhoselyn y Marcia, ya que ellas me impulsan a ser una mejor profesional y persona cada día.

A Enzo y tu familia, por el apoyo mutuo, y porque nos impulsamos a ser mejores cada día.

A mis hermosos Pablito y Fifi, quienes con su personalidad tan única me enseñaron las cosas más bonitas de la vida.

Agradecimiento

Esta investigación agradezco en primer lugar a Dios, quien me provee vida y salud.

A mis amados padres, Adriana y Roberto por todo el amor y apoyo brindado.

A mis bellas hermanas por trabajar en equipo para así lograr nuestras metas.

A Enzo y su bonita familia por las palabras de aliento y su apoyo.

A mis bellos e inolvidables Pablito y Fifi por ser mi motivación y proporcionarme del amor más sincero del universo.

A mi amiga Flor por apoyarme y brindarme su amistad.

A la Universidad Cesar Vallejo.

A mi asesor, el Mg. Luis Clemente, por sus conocimientos y motivación constante para lograr este objetivo.

Gracias

Índice de contenidos

Carátula.....	i
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	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Diseño de prueba pre experimental.....	19
Tabla 2 Población de Estudio Según Indicadores.....	20
Tabla 3 Muestra de Estudio.....	21
Tabla 4 Ficha Técnica del Instrumento.....	22
Tabla 5 Instrumento del Indicador Tiempos de Trabajo (Pre-test).....	22
Tabla 6 Instrumento del Indicador Tiempos de Trabajo (Pos-test).....	23
Tabla 7 Instrumento del Indicador Costo de Trabajo (Pre-test)	23
Tabla 8 Instrumento de Medición Costo de Trabajo (Pos-test)	23
Tabla 9 Instrumento de Medición de Interferencias Detectadas (Pos-test).....	24
Tabla 10 Medidas Descriptivas del Primer Indicador Tiempo de Trabajo.....	27
Tabla 11 Medidas Descriptivas del Segundo Indicador Costo de Trabajo.....	29
Tabla 12 Medidas Descriptivas del Tercer Indicador Interferencias Detectadas.....	31
Tabla 13 Prueba de Normalidad del Indicador Tiempo de Trabajo	33
Tabla 14 Prueba de Normalidad del Indicador Costo de Trabajo	35
Tabla 15 Prueba de Normalidad del Indicador 3 Interferencias Detectadas.....	36
Tabla 16 Prueba de Wilcoxon para el Indicador 1.....	37
Tabla 17 Prueba de Wilcoxon para el Indicador 2.....	38
Tabla 18 Prueba de Wilcoxon para el Indicador 3.....	39

Índice de figuras

Figura 1 Histograma del Promedio de Tiempo de Trabajo	28
Figura 2 Histograma del Promedio de Costo de Trabajo	30
Figura 3 Interferencia Detectada.....	31
Figura 4 Histograma Promedio de Interferencias Detectadas	32

Resumen

En el presente estudio el objetivo principal fue analizar la influencia de la metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora en la ciudad de Juliaca – Puno. Este análisis se desarrolló en base a tres indicadores, tiempo de diseño, costo de diseño e interferencias detectadas. La metodología es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño pre-experimental. La muestra fue 44 observaciones en las dos primeras dimensiones, y la tercera dimensión fue de 27 observaciones. El muestreo aplicado fue de tipo aleatorio simple. El resultado en el tiempo de trabajo aplicando la metodología BIM se obtuvo una mejora en la eficiencia de 4.58 veces, en el costo de trabajo con BIM se requiere una inversión mayor de 4.30 veces y con respecto a las interferencias halladas la media fue 718.74 lo cual significa que trabajar con BIM mejora eficientemente la detección de colisiones. En conclusión, BIM gestiona de forma íntegra todos los aspectos que se dan en un diseño de proyecto, es decir, es una forma de construcción virtual que permite antever las posibles colisiones que se solían ver en la etapa de ejecución, de esa forma se optimiza integralmente el diseño de proyectos de construcción.

Palabras Clave: Metodología BIM, diseño de proyectos, construcción virtual, gestión de proyectos.

Abstract

In this study, the main objective was to analyze the influence of the BIM methodology in the design of building projects in a construction company in the city of Juliaca - Puno. This analysis was developed based on three indicators, design time, design cost and detected interferences. The methodology is applied type, quantitative approach and pre-experimental design. The sample was 44 observations in the first two dimensions, and the third dimension was 27 observations. The applied sampling was simple random type. The result in the work time applying the BIM methodology, an improvement in the efficiency of 4.58 times was obtained, in the cost of work with BIM an investment greater than 4.30 times is required and with respect to the interferences found, the average was 718.74 which means that working with BIM efficiently improves collision detection. In conclusion, BIM fully manages all the aspects that occur in a project design, that is, it is a form of virtual construction that allows anticipating the possible collisions that used to be seen in the execution stage, thus optimizing comprehensive design of construction projects.

Keywords: BIM methodology, project design, virtual construction, project management.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito **internacional** el **diseño de proyectos de edificación** de acuerdo a Guzzetti et al. (2021), la realidad de los proyectos de edificación es que el nivel de complejidad cada vez es más alto, esto debido a que se necesita varias especialidades, lo cual, clásicamente se coordinaban superponiendo los planos CAD, y hallando mínimas interferencias. Debido a ello, en la fase de ejecución del proyecto salían a relucir las interferencias no detectadas, lo cual conllevaba a sobre extender cronogramas y costos. Con respecto a la **metodología BIM** (Building Information Modeling) acorde a Bazán et al. (2020), de Almeida y de Brito (2017), en los últimos años se ha venido fomentando e implementando esta metodología, lo cual su objetivo es trabajar en un solo modelo de información todas las disciplinas que comprenden un proyecto de edificación. Por lo tanto, la implementación de esta metodología que se encuentra en tendencia, potencia la calidad para elaborar los expedientes de diseño en proyectos civiles internacionales.

A nivel **nacional**, el **diseño de proyectos de edificación** de acuerdo a MEF (2021) y Atahualpa (2021) en el país el 5% del PBI es destinado a la inversión pública, en cambio, los proyectos de infraestructura se encuentran en retraso en relación a otros países. Lo cual conlleva a ubicarnos en el lugar 88 140 pares regionales. Por otro lado, el INEI informó el año 2019 una caída de 9.86% de la industria de la construcción en relación al año 2018, de ahí nace la necesidad de implementar nuevas estrategias para la adopción correcta de esta metodología. Con respecto a la **metodología BIM**, el gobierno está implementando una iniciativa BIM, que pretende incrementar la productividad entre un 75% a 240% de los procesos que usen los métodos de modelado de información de construcción (BIM) en la inversión pública en infraestructura en todo el país. Estas medidas de implementación también están siendo aplicadas en el sector privado. Por lo tanto, es necesaria una mayor indagación sobre esta metodología para conocerle de más cerca e implementarla para obtener resultados positivos en la industria de la construcción.

En el ámbito **local**, en la ciudad de Juliaca, el **diseño de proyectos de edificación** acorde a Pinto e Istaña (2021) se viene elaborando aplicando

técnicas clásicas, esto lleva a que los proyectos en la fase de ejecución recién salgan a relucir las interferencias, en consecuencia, se expandan los cronogramas y costos. Con respecto a la **metodología BIM**, se vino acelerando de forma exponencial su exploración debido a la virtualidad, por lo tanto, en su investigación nos detalla que con las metodologías tradicionales ocupan un tiempo y costo de -22% a comparación de BIM que incrementa en un 29%. En relación al presupuesto antes se desarrollaba con una eficiencia de -44% y con BIM mejora en un 78%.

Acorde a las afirmaciones de Formoso et al. (2020) y Sánchez et al. (2021) menciona que pocos proyectos han integrado modelos BIM para optimizar en términos de resultados, pero a la vez, con el tiempo, se están explorando tales alternativas, es decir, desarrollar modelos que optimicen la visión en varios aspectos o fases de la construcción del proyecto, permitiendo la participación de todos los profesionales en diferentes etapas. del proyecto pueden relacionarse virtualmente entre sí para planificar, actualizar y corregir el proyecto de principio a fin. En este estudio se combinan métodos BIM con conceptos de construcción sin desperdicios, utilizando programas informáticos como Revit, Archicad, etc.

Por lo expuesto, surge la necesidad de indagar sobre la metodología BIM implementado en los proyectos de edificación, por lo tanto, esto me conllevó a plantearme la siguiente **pregunta de investigación**: ¿Cómo la implementación de la metodología BIM repercute en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora.? y como **problemas específicos**: a) ¿De qué manera influye la aplicación de la metodología BIM en el tiempo del diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora?; b) ¿De qué manera influye la implementación de la metodología BIM en el costo de diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora? c) ¿De qué manera influye la metodología BIM en la detección de interferencias en proyectos de edificación en una empresa constructora?

En cuanto a la justificación de la investigación, por lo tanto, al identificar estos temas, presentamos razones que justifican el desarrollo del proyecto de investigación, teniendo en cuenta diferentes aspectos. **La base teórica** se da en

la interacción de nuevas metodologías de tendencia desde la etapa de concepto hasta la etapa de ejecución, a saber, la metodología BIM y la filosofía de construcción esbelta, y como tal, tiene como objetivo aplicar y determinar su eficacia en el mundo de la construcción. En cuanto a la **justificación técnica** es que un mayor número de edificaciones están siendo ejecutadas con métodos tradicionales lo que lleva a la pérdida de elementos como el tiempo y dinero. Sin embargo, en este estudio se aplicó el método BIM (Building Information Modeling), un método de trabajo colaborativo y virtual utilizado dentro de nuestro departamento para la recopilación estructurada de datos del proyecto para acelerar y facilitar las diversas fases de la gestión, lo que conlleva a incremento del rendimiento y la eficiencia del desarrollo. Todos los agentes que intervienen en un proyecto de construcción pueden trabajar en el mismo proyecto en tiempo real y acceder a la misma información, permitiendo el desarrollo desde una perspectiva global e integrada y minimizando los errores de omisión. La lógica **económica** se basa entonces en el desarrollo de este proyecto, buscando optimizar los procesos en las fases de diseño y ejecución del proyecto de edificación mediante la implementación de la interacción de los métodos BIM y los conceptos de Lean Construction. Al usar este método, debe trabajar con modelos 3D, lo que lleva a encontrar distracciones y resolverlas en el mismo programa. Optimizar el proceso de ideación de proyectos. Finalmente, la legitimidad **social** se refleja en el desarrollo de este proyecto, aplicando códigos de construcción nacionales con el objetivo común de consolidar la estabilidad de la construcción civil y mejorar su operatividad, salvaguardando la seguridad de los usuarios.

El presente estudio tiene como **objetivo general** analizar la implementación de la metodología en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, y los **objetivos específicos** son los siguientes: a) Determinar el tiempo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la implementación de la metodología BIM en una empresa constructora; b) Determinar el costo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la implementación de la metodología BIM en una empresa constructora; c)

Determinar el número de interferencias en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

De la misma forma, se planteó que la implementación de la metodología BIM optimiza significativamente el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, como **hipótesis general** del proyecto de investigación. Como **hipótesis específicas** se tiene: a) El tiempo de diseño se reduce significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la implementación de la metodología BIM en una empresa constructora; b) El costo de diseño se reduce en proyectos de edificación desarrollados con la implementación de la metodología BIM en una empresa constructora; c) La detección de interferencias aumenta significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

II. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de desarrollar esta investigación se buscaron y encontraron investigaciones previas. Como primer **antecedente nacional** se presenta a Quesquen (2021) en su investigación de tesis de posgrado donde aplica la **metodología BIM en un proyecto inmobiliario** para analizar la rentabilidad de la empresa ejecutora, esto se da en la ciudad de Trujillo. El **objetivo general** de la investigación es hallar la diferencia de rentabilidad aplicando BIM en un proyecto inmobiliario. Como objetivos específicos el autor presenta; a) evaluar los planos de diseño de los expedientes técnicos y sus respectivos tiempos implementando BIM, b) evaluar el criterio y capacidad del profesional aplicando BIM en el diseño de proyectos, c) encontrar las barreras que impiden aplicar fluidamente la metodología BIM. **La metodología** empleada en esta investigación es la descriptiva – no transversal, en la cual se verifica el estado de las instalaciones donde se elaborará el proyecto para luego aplicar la tecnología BIM en un grupo de trabajo y ser evaluados por resultados para su posterior análisis. **Los resultados obtenidos** fueron; a) los beneficios aplicando BIM fue de 1.39% en cambio, con los métodos tradicionales fueron de -3.94%, b) la precisión en los metrados con BIM fue de 52% a comparación del 29% de la metodología tradicional c) el uso de la metodología BIM potencia la precisión de metrados y minimiza las incompatibilidades entre especialidades en el diseño de planos de construcción. Como **conclusión principal**, la adición de la metodología BIM potencia de forma positiva la rentabilidad del proyecto, pero se encuentran limitaciones en profesionales capacitados en el uso de estos softwares, por lo tanto, recomiendan mayor intervención del estado para potenciar la actualización de los profesionales de la construcción. La **recomendación** del autor es, dar viabilidad a nuevos modelos de gestión para la obtención de mayores utilidades en las empresas constructoras, capacitación constante de los profesionales del rubro en la Adquisición y dominio de estas nuevas metodologías.

El segundo antecedente nacional lo presenta Chanduvi (2021) en su tesis de posgrado que trata de la incidencia de la **metodología BIM en la gestión de proyectos civiles** en la provincia de Sullana. **El objetivo general** de esta

investigación es hallar la relación que existe entre la metodología BIM y la gestión de proyectos. Los objetivos específicos de la investigación son; a) la interrelación de la fase de diseño con la gestión de proyectos de edificación, b) la interrelación de la fase de ejecución con la gestión de proyectos de edificación, c) la interrelación de la fase de funcionamiento y mantenimiento de proyectos con la gestión de proyectos de edificación. **La metodología empleada** fue de enfoque cuantitativo ya que se emplea el análisis inferencial y estadístico. **El autor concluye** en; a) no se halla relación entre la etapa de diseño y la gestión de proyectos debido a la escasa capacitación en gestión de proyectos, b) existe una deficiente relación en la etapa de ejecución y gestión de proyectos. **El aporte general** del autor es, identificar puntos críticos en la gestión de proyectos para su optimización. A la vez recomienda realizar un estudio preciso para hallar de la baja relación de la construcción y la gestión de proyectos.

Como primer **antecedente internacional** tenemos a Mehran et al. (2022) en su artículo de investigación emplea **BIM** y Lean para generar valor en la **industria de activos construidos** desde una perspectiva de gestión de la información. Su **objetivo** fue estudiar el potencial significativo que se puede lograr al relacionar el enfoque BIM con el enfoque Lean que han existido independientemente. Todo ello desde la perspectiva de gestión de la información en la industria de la construcción. Como **conclusiones** de este artículo de investigación se obtuvo; la industria de la construcción ha subsistido con bajos rendimientos y productividad, es por ello que BIM y Lean han surgido independientemente y estos últimos años se ha ido explorándolo de forma amplia, pero a la vez individualmente. Se detalló la aplicación de ambos conceptos desde la perspectiva de beneficios, relaciones, herramientas para su aplicación sostenida. En la investigación se destaca la integración de BIM y Lean en las prácticas, por lo que **el autor aporta** y recomienda que se necesita más investigación para integrar y generar como usar estas dos metodologías de forma más eficiente y de esa forma cerrar brechas de gestión en la construcción.

El segundo antecedente internacional es de Antonio y Liévano (2017) en el cual implementan **la Metodología BIM en un proyecto** y su respectivo ciclo de vida, esta investigación se llevó a cabo en la ciudad de Bogotá – Colombia.

En su investigación detalla que el **objetivo general** es de diseño de un plan adicionando un modelo BIM en una empresa de construcción empleando procesos y programas computacionales para optimizar el ciclo de vida de un proyecto. La **metodología** que se implementó fue el diagnóstico a través de entrevistas y encuestas en cada fase del proyecto. Por lo tanto, **las conclusiones** fueron las siguientes; observaron que el tema se relaciona con la especialización en gestión de obras de edificación el cual se basa en fundamentos del Project Management Institute (PMI), es decir, se tiene que poseer fundamentos claros del proceso de las metodologías para lograr un proyecto en la fase de diseño y en la fase de ejecución; como segunda conclusión, afirman que la metodología BIM es necesaria para mejorar la efectividad de la gerencia de proyectos ya que optimiza la toma de decisiones; como tercera conclusión, la metodología BIM beneficia económicamente los procesos y reprocesos, ya que se puede detectar las interferencias entre las estructuras y las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, y especiales; como última conclusión se afirma que, la implementación de la metodología BIM se debe acompañar con un asesoramiento específico de retroalimentación para evitar errores en la coordinación del proyecto. **El aporte** de esta investigación fue, los profesionales del sector deben de perder el miedo al cambio e introducirse de lleno al mundo BIM con el objetivo de generar mayor rentabilidad, así también, es necesario la capacitación seria en el manejo de la metodología, sus conceptos y sus programas computacionales que lo componen.

El tercer antecedente internacional es de Del Solar et al. (2021) en su artículo donde investiga sobre herramientas de trabajo colaborativo en España y propone prácticas para llevar a cabo el Last Planner System (LPS) que forma parte de la filosofía BIM en obras civiles. El **objetivo principal** de este artículo es crear una serie de prácticas sistematizadas para aplicar las herramientas que conforman la metodología BIM y otras filosofías mediante un modelo de trabajo colaborativo. La **metodología** empleada para lograr esta investigación fue la aplicación de encuestas de forma descriptiva, observacional y prospectiva en la cual emplean preguntas claves como; ¿Si alguna vez habían escuchado hablar sobre el LPS?, ¿Cuál fue tu percepción cuando usaste el LPS?, etc. Los

resultados obtenidos en esta investigación fueron, que el 37.5% de las personas encuestadas tenían cierta familiaridad con la metodología LPS. De las cuales una mayor proporción eran ingenieros residentes a comparación de los arquitectos encargados de diseño de proyectos; como segunda conclusión es que se identificaron obstáculos (a nivel individual, organizacional, de procedimiento) y se hallaron mejores prácticas para ser implementadas en el grupo de estudio. Los autores **concluyeron** en lo siguiente; a) el nivel de implementación de LPS es muy bajo ya que solo el 37.5% lo conoce, y el 9.52% lo usa regularmente, es decir, los profesionales que tuvieron relación con el monitoreo de proyectos son los que quedaron fascinados con la metodología LPS; b) se confirma que el LPS y BIM son herramientas que se complementan ya que aumenta la calidad de la construcción y reduce el tiempo; c) se confirma que los profesionales encuestados afirman que la metodología LPS será aplicada en más proyectos civiles en función al tiempo. **Los aportes** de los autores fueron, la comprensión de los softwares que aplican estas metodologías de vanguardia es de vital importancia para los profesionales del rubro, por lo que su capacitación es muy importante para no perderse en este mundo de constantes cambios y no quedar en la obsolescencia.

El cuarto antecedente internacional es de Evans y Farrell (2021) en su artículo de investigación en el cual estudian sobre los obstáculos que se presentan en la integración de un modelo de información (**BIM**) y Lean Construction en **megaproyectos** de construcción en la Unión Europea, donde sus **principales objetivos** son; a) ¿Cuáles son las barreras puntuales que pueden obstaculizar la implementación de BIM y mejorar la interacción de Lean Construction (LC), b) ¿Cuán importante es la barrera encontrada en la implementación de BIM junto con la puesta en práctica de Lean Construction?, c) ¿Cuáles son las opiniones de profesionales expertos acorde a sus profesiones?. La **metodología empleada** fue la aplicación de la encuesta Delphi en dos ocasiones y en cuatro grupos seleccionados según a su profesión y experiencia laboral. Las **conclusiones halladas fueron**; a) en los últimos años las compañías de construcción han adquirido la metodología BIM y Lean, por lo tanto, la investigación ha explorado sobre las barreras que enfrenta la industria

en su intento de integrar estas nuevas metodologías en la fase de diseño y ejecución de proyectos civiles. Un potente análisis mediante la técnica Delphi arrojó veintiocho barreras para integrar BIM y Lean en megaproyectos, entre los aspectos para llevar a cabo la encuesta se encontraban los siguientes; “legal”, “actitud y mercado”, “educación, conocimiento y aprendizaje”, “financiamiento técnico y de software” y algunas de las barreras halladas son; falta de regulación por parte del gobierno entre BIM y LC, falta de promoción y participación del gobierno, resistencia al cambio de las industrias, el costo elevado de las licencias de softwares, alto costo de capacitación de personal en torno a la metodología BIM. Los autores de esta investigación **recomiendan** realizar más indagaciones sobre la evaluación de barreras de país en país, de esa forma encontrar soluciones de acuerdo a la región, ya que cada país cuenta con una propia realidad en torno a estas metodologías de vanguardia.

El quinto antecedente internacional, por su parte Tezel et al. (2020) en su artículo de investigación sobre el impacto de Lean y BIM en las pequeñas y medianas empresas de construcción a través de la revisión literaria de 114 artículos de revisión. En la cual llega a las **siguientes conclusiones**; a) la mayor parte de la investigación sobre la metodología BIM propone percepciones positivas de BIM basadas en lo revolucionario de su mayor eficiencia, b) otras alternativas para la industria como la gestión de calidad total, alianza de la cadena de suministro, mejora continua, no tuvieron el mismo impacto que presentó la metodología BIM, c) el interés en la metodología BIM en las empresas pequeñas ha sido más significativo que en las empresas de gran envergadura, d) las asociaciones que emanan conocimientos han sido de gran impacto con respecto a proponer BIM y Lean gracias a las acciones de iniciativa política. **Los autores recomiendan**, que se debe de comprender de forma más profunda la interacción de BIM y LC para entender los procesos, y encontrar mecanismo de difusión para informar a los profesionales y responsable políticos de la industria.

Como sexto antecedente internacional, lo presenta Herrera et al. (2021) en su artículo de revisión donde trata la comparación de las interacciones de un equipo de profesionales en la gestión de diseño de un proyecto, uno de forma

tradicional y el otro implementando Lean y BIM. **Los objetivos** de este artículo fue el de analizar la diferencia empírica cuantitativa entre dos equipos de diseño. La metodología que se implementó en esta investigación fue; a) la selección de un grupo de estudio, b) descripción de la dirección en la fase de diseño de proyectos desde el punto de vista de diseño esbelto y BIM, c) analizar el comportamiento de la interacción de los equipos de diseño, d) comparación de los desempeños mediante análisis de redes sociales. **Las conclusiones obtenidas** del análisis fueron; a) el equipo que implementó BIM y Lean demostró mayor capacidad de interacción entre sus miembros que el equipo tradicional, b) el equipo BIM y Lean dieron información ordenada, estandarizada y transparente y, por último, la **recomendación dada fue** que se realice el análisis de muestras representativas de proyectos civiles futuros para lograr guías representativas en diferentes contextos para generar trabajos mejor optimizados.

El siguiente antecedente internacional es de Garcia et al. (2018) en su artículo de revisión donde evalúa la colaboración de BIM para el proceso de conocimiento de proyectos de edificación. El **objetivo de este artículo** es mostrar las capacidades de coordinación en la modelación de proyectos de edificación a nivel de enseñanza. La **metodología** empleada fue la experimental-descriptiva en un periodo de tiempo tomando como muestra un grupo de estudiantes desarrollando un pabellón de exhibición de automóviles y aplicándoles cuestionarios a la salida y entrada. Los **resultados obtenidos** fue el desarrollo del diseño de dicho pabellón presentando los planos de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, instalaciones especiales y el presupuesto de obra, lo descrito se dio en cuatro sesiones, en un salón grande con una mesa principal, dispositivos electrónicos interconectados con softwares BIM, lo cual demostró, altos estándares en el proceso del proyecto pero a la vez sugirieron un encargado de optimizar el proceso, de esa forma, optimizar aún más la producción. **El autor recomienda**, la necesidad de generar nuevas investigaciones en diferentes contextos, así sea profesionales y estudiante, para hallar nuevas barreras que estén impidiendo su gestión óptima de estos programas computacionales de vanguardia.

Esta investigación se basa en varias **teorías**, una de ellas es, la teoría de gestión de proyectos sostenibles, según Rosales (2013) y Awad et al. (2021) coinciden que esta teoría ha venido evolucionando a través del tiempo, basados en diferentes herramientas y enfoques, lo cual, ha contribuido a mejorar de inversión tanto en el ámbito público y privado. Las barras de Gantt fue el primer predecesor y la base para desarrollar nuevas técnicas y enfoque como; IPMA, PMI, P2M y PRINCE 2. Por lo tanto, la gestión de proyectos debe de seguir en desarrollo para lograr una óptima distribución de los capitales públicos y privados.

Otra base teórica en la cual se fundamenta esta investigación es la teoría de la calidad, Chacón y Rugel (2018) menciona que una cultura de calidad integral y mejora continua, son los objetivos de la organización para mejorar la satisfacción del usuario del servicio o del sistema como parte de su política organizacional. La implantación del modelo de calidad cambiará, agregando valor a los servicios, repercutiendo en la eficiencia organizacional, mejora continua, control de procesos o reingeniería y optimización de recursos, mejora del desempeño y productividad.

La teoría del cambio, según Restrepo y Gómez (2021) y Bassi et al. (2020) nos dice que es un método para analizar con efectividad la secuencia de la cadena de valor de un proceso o proyecto, es decir, la meta principal de esta teoría es fomentar la política pública basada en la interacción de las necesidades de un grupo de personas y el impacto que produce su entorno inmediato. De la misma forma, Project Management for Non-Governmental Organizations (PM4NGOs) (2017) menciona que la teoría del cambio es una secuencia planificada de una transformación social cuyo objetivo es lograr el cambio a través de la visualización de un futuro marcando proyecciones y autoevaluando constantemente.

Sobre la teoría de las restricciones, Aguilera (2004) nos menciona que nació a través de la experiencia de un gerente de fábrica. En este periodo se diagnosticaron diferentes restricciones que ponen en peligro el normal desarrollo de la empresa. Por lo tanto, esta teoría invita a los administradores en general a

observar la incidencia directa de estas restricciones para solucionarlas y estabilizarlas. Por otra parte, López et al. (2006) define a la Teoría de Restricciones (TOC) como camino administrativo dirigido a potenciar la gestión de las empresas. TOC incluye aplicaciones que han demostrado su utilidad en temas como marketing, gestión de producción, ventas, estrategia, gestión de personal, finanzas y proyectos. Lo que distingue a esta teoría de otras aplicaciones administrativas es su soporte lógico de "proceso de pensamiento" para las soluciones anteriores. Este proceso tiene por objeto eliminar las limitaciones identificadas para el logro de los objetivos establecidos por la organización.

La teoría de la difusión de las innovaciones según Urbizagastegui (2019) la teoría busca explicar cómo una población adoptante es siempre superior a la tasa de adopción de la innovación, esto se da en un periodo de tiempo y se desarrolla en diferentes acciones, lo cual se puede resumir en conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación. Por otro lado, Xiaobing et al. (2021) en su artículo científico afirma que la teoría de difusión de información se implementa para potenciar la aplicación de información verídica con el fin de adquirir mayor precisión en la evaluación de riesgos cuando no se encuentra suficientes datos según lo requerido. Esta teoría se aplica en todo ámbito de la investigación, en este caso en la mejora de gestión de proyectos aplicando nuevas metodologías.

Espinoza (2019) nos indica la teoría respecto a cómo operacionalizar las variables, por lo tanto, la definición de la primera variable, metodología BIM, se toma en cuenta los siguientes conceptos. Según Pereira y Izabel (2018) BIM es una solución viable ya que es una filosofía colaborativa con capacidad de integrar todas las disciplinas que lo componen. Por otro lado, Formoso et al. (2020) y Pavón et al. (2022) definen BIM como un conjunto de herramientas, procesos y tecnologías que trabajan mediante una información única digital que proporcionan capacidades de construcción de vanguardia que trabaja sobre roles y relaciones sobre integrantes del equipo.

También tenemos a Koseoglu y Nurtan (2018) y Koseoglu et al. (2018) que define la metodología BIM una oportunidad para trabajar sobre un solo modelo de información que ofrece oportunidades financieras y creativas para las organizaciones dedicadas a la construcción.

Morales et al. (2022) y Prieto et al. (2019) coinciden en que Building Information Modeling (BIM) es un método y una tecnología que reúne mejores formas para planificar mejor los proyectos de construcción. BIM debe entenderse como un conjunto de políticas, procesos y tecnologías que interactúan y configuran el enfoque para gestionar la planificación, el diseño y la construcción de proyectos de edificación e infraestructura. Con la implementación de BIM, los datos del proyecto están en formato digital durante todo su ciclo de vida. Aunque la implementación de BIM requiere un cambio tecnológico considerable, actualmente se espera que brinde los beneficios de una gestión eficiente de la información en la industria de la construcción.

Los autores Mahmood y Abrishami (2020) de la misma manera Porras et al. (2015) en sus artículos científicos afirman que BIM se caracteriza por tener como base a objetos paramétricos que tienen por objetivo representar elementos de construcción física, que poseen atributos gráficos y datos que se identifican en los softwares, es por eso, que se puede manipular de forma inteligente.

Por último, con respecto a los conceptos de BIM tenemos a Cárdenas et al. (2018), Meana et al. (2021) y Marzouk et al. (2019) que coinciden en afirmar que BIM es un sinergia de herramientas y tecnologías que permiten procesar un diseño en 3D e incluso en la construcción virtual, lo cual minimiza las interferencias entre especialidades. Esta tecnología no solo debe ser aplicada en la fase de diseño y construcción, sino por el contrario, debe ser empleada desde la fase de formación de estudiantes de arquitectura e ingeniería para capacitar y dotar de profesionales de vanguardia a la sociedad.

El concepto de Lean Construction según Del Solar et al. (2021) y Rojas et al. (2017) que coinciden en su definición como; Lean Construction es una filosofía que transforma el pensamiento tradicional de trabajo en la industria de la construcción a través de un innovador sistema de gestión basado en el análisis

de pérdidas, la planificación de actividades encaminadas a aumentar la productividad de la construcción y la eliminación de actividades que no ayudan a los resultados. El pensamiento Lean incluye técnicas implementadas por Toyota para minimizar el desperdicio en la cadena de producción y aumentar el valor del producto.

Por otro lado, tenemos a Andújar et al. (2017) y Rybkowski et al. (2020) que definen Lean Construction como respuesta a la frustración de la construcción con bajos resultados como; baja productividad, retrasos, errores, inseguridad y sobrecostos. Es decir, Lean Construction es una filosofía que aplica a la maximización del trabajo sin pérdidas, lo cual induce a una mayor satisfacción del cliente, construcciones de alta calidad, tiempos reducidos, mayor rentabilidad y una potenciada gestión de riesgos.

Lean Construction según Andújar et al. (2019) y Fustamante (2014) ambos coinciden en la siguientes definición; las herramientas de gestión tradicionales abordan principalmente las pérdidas de producción en la construcción y se centran en cuestiones como la calidad del trabajo, la fiabilidad de los plazos y el uso de los recursos disponibles, pero al centrarse en ello, presentan una perspectiva algo obsoleta de la producción. Flujo del proceso. Este proceso recibe materias primas y, a través de una serie de procesos de conversión, produce un producto que debe cumplir con los requisitos del cliente. Esto se llama la cadena de valor.

En cuanto a la segunda variable el RNE (2021) indica que el diseño de proyectos de edificación tiene por definición “El conjunto de actividades que tienen por objetivo la materialización de una idea, que permite ejecutar una obra de habilitación urbana y/o edificación”. El diseño de proyectos de edificación posee las siguientes dimensiones; a) planos de edificación de las diferentes especialidades que la componen, b) presupuesto de obra, y por último c) el cronograma de obra. Estas dimensiones tienen por indicadores; a) las interferencias halladas entre especialidades, b) costo de trabajo del desarrollo de los documentos técnicos, c) tiempo de diseño de los documentos técnicos.

Con respecto a las dimensiones de la investigación las cuales son; a) planos de edificación, b) metrados y c) el presupuesto de obra, se pasa a detallar sus conceptos, importancia y características.

Acorde al RNE (2021) define que los **planos de edificación** son una representación técnica de una idea en la que se va a plasmar una obra civil, es decir, son los planos directores que guiaran los procesos y formas que se debe de tomar en la ejecución de obra. La **importancia** de los planos de edificación según González-Valle (2019) permiten documentar los detalles de construcción y las especificaciones técnicas de un proyecto de construcción, con el objetivo principal de guiar a los responsables de la construcción para que tengan una visión clara para lograr la plasmación final de la obra. Las **características** principales que deben de tener unos planos de edificación son; acorde a Delgado (2012), su contenido debe de tener una secuencia, es decir, deben de ser ordenados y legibles, a la vez, deben estar concebidos a una escala adecuada con el objetivo de que sea visible los detalles constructivos que sean necesarios en el momento de la ejecución, también, incluyen un rotulo y poseen acotaciones, en el rotulo va los datos generales del plano, del propietario final y también del proyectista, con respecto a las acotaciones, están deben estar en tres niveles para generar mayor fluidez en la obra. Las hojas de impresión son de tamaño estándar de acuerdo a lo requerido por el diseño.

Acorde a Medina et al. (2020) **los metrados** son el cálculo de áreas o volúmenes de los componentes del proyecto civil, por motivos de orden y comprensión esto se mide acorde a las especialidades que contenga el proyecto. Lo cual se plasma en un documento para su posterior aplicación en el presupuesto de obra. **La importancia** de los metrados se da en que es necesario conocer las cantidades de materiales que se van a aplicar en una obra, esto con el fin de desarrollar el presupuesto para así conocer el valor real más aproximado de la inversión. También es importante debido a que en la obra se da los requerimientos del material a la entidad encargada, para ello se revisa los metrados y se hace los requerimientos necesarios acorde al avance o cronograma. Las **características principales** de un metrado son, se formulan de forma ordenada mediante, los cuales deben de ser claras, sencillas y

entendibles para que los otros agentes de la edificación puedan entenderlo y adquirir información necesaria de ellos. Deben tener los datos más precisos posibles para no generar especulaciones. En los metrados se deben especificar las unidades que se aplicó. El responsable de los metrados debe poseer experiencia y criterio para realizarlos.

Según RNE (2021) nos dice que el **presupuesto de obra** se define como un documento técnico en el que se plasma la mayor aproximación posible del costo total de obra, es decir, el monto a invertirse en la ejecución de obra. Otra definición es de Ortiz (2021) que dice que un presupuesto es una estimación de cuánto costará cubrir ciertos gastos. El presupuesto incluye todos los costos de materiales y mano de obra necesarios para realizar el trabajo definido en el proyecto. La **importancia** de las mediciones y presupuestos están diseñados para dar una idea lo más cercana posible al costo de ejecución del proyecto. Es necesario determinar el presupuesto del proyecto, identificar y definir las diferentes unidades de obra involucradas, conocer el precio unitario de cada unidad de obra, medir cada unidad de obra y multiplicar el precio unitario de cada unidad por su medida correspondiente. Las **características generales** de un presupuesto de obra, debe de poseer el listado de precios básicos, como de materiales a usarse, equipos a implementarse y el costo de la mano de obra acorde al contexto. También contiene el análisis de precios unitarios donde detalla la cantidad y precios de los materiales, el flete requerido, los desperdicios aproximados, los rendimientos promedios y el costo de mano de obra. Por último, el documento donde se plasma el presupuesto debe estar diseñado por capítulos, es decir, cada capítulo corresponde a una especialidad, las especialidades se darán de acuerdo a la complejidad del proyecto.

Con respecto a los indicadores de la investigación las cuales son; a) tiempos de trabajo, b) costo de trabajo e c) interferencias detectadas, se pasa a detallar sus conceptos e importancia.

El **tiempo de trabajo** del desarrollo de los documentos técnicos se refiere al lapso o periodo de tiempo que se tomará para desarrollar los documentos técnicos que implican los planos arquitectónicos, estructurales e instalaciones

(sanitarias, eléctricas y especiales), metrados, costos y presupuestos. Acorde a Latorre et al. (2019) el tiempo de trabajo se refiere a la asignación de plazos a las tareas, las cuales deben de indicar un estimado de la duración de ciertas actividades teniendo en cuenta la experiencia del individuo. De esa forma el investigador halló la mejoría de la productividad en desarrollar modelos Lean-BIM con un LOD intermedio. La **importancia** de identificar los tiempos que se requiere para lograr una cierta tarea es, para hallar los rendimientos de los agentes intervinientes en dichas tareas, también para establecer tiempos promedio y de esa forma supervisar la productividad media de los colaboradores.

Acorde a ENTRELÍNEAS (2011) en cuanto al **costo de trabajo** del desarrollo de los documentos técnicos, se refiere al número monetario que se invertirá en desarrollar los documentos técnicos, es decir, el costo de profesionales capacitados, licencias, logística. La **importancia** de determinar el costo de trabajo en las tareas de producción de diseño de proyectos de edificación es para saber y balancear la inversión generada con BIM y sin BIM, de esa manera determinar y comparar la inversión realizada en todas las fases de proyecto (diseño y ejecución) para escoger que estrategias traen mayor rentabilidad.

Por último, Atahualpa, (2021) nos dice que la calidad de diseño de los documentos técnicos se refiere al número de **interferencias** encontradas al momento de trabajar en un solo modelo de información y que están sean subsanadas, esto se verá con mayor claridad al momento de la ejecución de la obra de edificación. **La importancia** de hallar las interferencias entre especialidades en un modelo de información BIM, es evitar que esta reluzca en la etapa de ejecución y pueda generar ampliación de metrados y plazos. Al identificar de forma anticipada las posibles interferencias se genera eficiencia y fluidez en la ejecución de obra y por último esto significa mayores rentabilidades para las empresas dedicadas al rubro de la construcción.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

CONCYTEC (2018) nos muestra que **esta investigación es de tipo aplicada** por su finalidad, también conocida como práctica, empírica, proactiva o dinámica, está estrechamente relacionada con la investigación básica ya que se apoya en sus descubrimientos y aportes teóricos para traer beneficios y bienestar a la sociedad. Su propósito específico es aplicar la teoría existente a la producción de especificaciones y procedimientos técnicos para controlar situaciones o procesos del mundo real.

De acuerdo a Valderrama (2013), **el enfoque es de tipo cuantitativo** ya que se da las mediciones mediante datos representativos y el cual se analizó de forma estadística. Todo ello mediante una muestra que se obtuvo a través del muestreo probabilístico. También posee una hipótesis que será contrastada con los resultados.

Diseño de investigación

Esta investigación según Valderrama (2013) es de **diseño pre experimental**, el diseño emplea una prueba previa y dos aleatorizaciones para asignar aleatoriamente a los sujetos a los grupos experimental y de control y recibir una prueba preliminar de la variable dependiente "Y". El tratamiento se aplicó solo a los sujetos y se aplicó durante un período específico, y luego se midieron dos grupos en la variable dependiente. Calcule la diferencia media entre las dos pruebas en cada grupo ("Y2", "Y1") y compare las puntuaciones de estas diferencias para verificar que el tratamiento experimental produjo un cambio mayor que la condición de control. Este diseño de mediciones de antes y después permite a los investigadores estudiar los cambios.

Tabla 1*Diseño de prueba pre experimental*

	Grupo	Pre prueba	Variable Independiente	Post prueba
(R)	E	Y1	X	Y2
(R)	C	Y1	---	Y2

3.2. Variables y operacionalización

Definición conceptual de la variable Metodología BIM

Según el Plan BIM Perú (2022) define que Building Information Modeling (BIM) es una forma colaborativa de crear y gestionar proyectos de construcción. Su propósito es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos los interesados.

Definición operacional de la variable Metodología BIM

Según Baeza y Salazar (2005) BIM tiene como objetivo optimizar el flujo de trabajo durante la fase de ideación del desarrollo. Desarrollar, implementar y apoyar proyectos. Su objetivo principal es representar edificios con información en la base de datos e integrar los principios contenidos en el proyecto.

Definición conceptual de la variable diseño de proyectos de edificación

Proyecto: Acorde al RNE (2021) Conjunto de actividades encaminadas a la materialización de una idea que permita la ejecución de una obra de restauración y/o construcción urbana.

Construcción: RNE (2021) sostiene que el proceso de construcción de obra permanente en un inmueble, que tiene por objeto dar cobijo al desarrollo de las actividades de las personas. Incluye fijación y dispositivos complementarios que se le atribuyen.

Definición operacional de la variable diseño de proyectos de edificación

La variable dependiente, diseño de proyectos de edificación tiene las siguientes dimensiones; a) planos de edificación, b) presupuesto de obra, c) cronograma de obra, los cuales tendrán por indicador al número de interferencias halladas entre especialidades, el costo de trabajo para elaborar los documentos

técnicos y el tiempo de trabajo para elaborar los documentos técnicos. Para los indicadores mencionados se empleó fichas de observación en el cual se plasman los datos obtenidos.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según Hernández et al. (2014) nos dice que una población definida es la colección de todos los casos que se ajustan a un conjunto de especificaciones. Las poblaciones deben estar claramente identificadas por sus características de contenido, lugar y tiempo. Así que un estudio no sería mejor por una población más grande; la calidad del trabajo de la encuesta radica en la definición clara de la población a partir del planteamiento del problema. Por lo tanto, para esta investigación se tomó en cuenta a tomar 50 registros de datos por indicador. Los cuales son los proyectos en la fase de diseño que fueron desarrollados en los 2 últimos años en una empresa constructora.

Tabla 2

Población de Estudio Según Indicadores.

Población del estudio		
Población	Número	Indicadores
Registro de datos	50	Tiempos de trabajo
Registro de datos	50	Costos de trabajo
Registro de datos	30	Interferencias detectadas

Muestra

Según Hernández et al. (2014); una muestra es un subgrupo de una población. Es decir, es un subconjunto de los elementos que pertenecen al grupo definido en una determinada característica que llamamos población. Por esta razón, es casi imposible medir toda la población, así que obtener y seleccionar muestras que estén diseñadas para reflejar realmente a toda la población.

Tabla 3

Muestra de Estudio

Muestra del estudio		
Población	Número	Indicadores
Registro de datos	44	Tiempos de trabajo
Registro de datos	44	Costos de trabajo
Registro de datos	27	Interferencias detectadas

Muestreo

Hernández et al. (2014) el muestreo es parte de la investigación científica que tiene por objetivo principal hallar que subgrupo de una población debe estar expuesto a examinación con la finalidad de realizar deducciones sobre la población. En esta investigación el muestreo será de **tipo probabilístico aleatorio simple** teniendo en cuenta que la población es conocida.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Según Hernández et al. (2014) las técnicas de recopilación de datos se refieren a los métodos sistemáticos de recopilación y medición de información de varias fuentes para obtener una figura completa y precisa de los datos que se obtendrán, lo que permite a los investigadores responder preguntas relevantes y evaluar resultados. En la presente investigación se aplica la técnica de la **observación**, las cuales aplicaron fuentes primarias y secundarias obtenidas recopilación de información impresa. Esto conduce a obtener información ordenada, válida y confiable de los datos a través de sus respectivas dimensiones de los indicadores.

Instrumentos de recolección de datos

Según Hernández et al. (2014) los instrumentos de recolección de datos son herramientas que permiten recopilar las datos cuantitativas para luego ser procesadas y obtener resultados confiables. Esta investigación emplea 44

muestras en sus tres respectivos indicadores, para ello se aplica **fichas de observación**; estas últimas se aplican en la etapa del pre-test y post-test.

Tabla 4

Ficha Técnica del Instrumento.

FICHA TÉCNICA DEL INSTRUMENTO	
Nombre del instrumento	Ficha de observación de los indicadores del estudio
Autor	Mónica Elizabeth Pancca Rojo
Año	2022
Descripción	
Tipo de instrumento	Ficha de observación
Objetivo	Analizar la implementación de la metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, Juliaca- 2022
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempos de trabajo ✓ Costos de trabajo ✓ Interferencias entre especialidades
Números de datos a recolectar	44 registros de datos en los dos primeros indicadores y 27 registros de datos en el tercer indicador.
Tipo de aplicación	Directa

Tabla 5

Instrumento del Indicador Tiempos de Trabajo (Pre-test)

FICHA DE OBSERVACIÓN - PRETEST					
REGISTRO DE DATOS DEL INDICADOR 1: TIEMPO DE TRABAJO					
PROCESO ANALIZADO:		Diseño de proyectos de edificación			
INVESTIGADOR:		Mónica Elizabeth Pancca Rojo			
N° de Reg. de Datos (N)	Proyecto	Detalle de Observación	Horas Netas	Horas Netas en Números	<input checked="" type="checkbox"/>
01					
N					

Tabla 6*Instrumento del Indicador Tiempos de Trabajo (Pos-test)*

FICHA DE OBSERVACIÓN - POSTEST								
REGISTRO DE DATOS DEL INDICADOR 1: TIEMPO DE TRABAJO								
PROCESO ANALIZADO:		Diseño de proyectos de edificación						
INVESTIGADOR:		Mónica Elizabeth Pancca Rojo						
N° de Reg. de Datos (N)	Proyecto	Detalle de Observación	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Diferencia Horas Netas	Horas Netas en Números	<input checked="" type="checkbox"/>
01								
N								

Tabla 7*Instrumento del Indicador Costo de Trabajo (Pre-test)*

FICHA DE OBSERVACIÓN - PRETEST							
REGISTRO DE DATOS DEL INDICADOR 2: COSTO DE TRABAJO							
PROCESO ANALIZADO:		Diseño de proyectos de edificación					
INVESTIGADOR:		Mónica Elizabeth Pancca Rojo					
N° de Reg. de Datos (N)	Proyecto	Detalle de Observación	Hora Neta	Hora Neta en Número	Costo de Dibujante Técnico (hh)	Costo Total (s/.)	<input checked="" type="checkbox"/>
01							
N							

Tabla 8*Instrumento de Medición Costo de Trabajo (Pos-test)*

FICHA DE OBSERVACIÓN - POSTEST								
REGISTRO DE DATOS DEL INDICADOR 2: COSTO DE TRABAJO								
PROCESO ANALIZADO:		Diseño de proyectos de edificación						
INVESTIGADOR:		Mónica Elizabeth Pancca Rojo						
N° de Reg. de Datos (N)	Proyecto	Detalle de Observación	Fecha	Diferencia Hora Neta	Horas Netas en Números	Costo de Modelador (hh)	Costo Total (s/.)	<input checked="" type="checkbox"/>
01								
N								

Tabla 9

Instrumento de Medición de Interferencias Detectadas (Pos-test)

FICHA DE OBSERVACIÓN - POSTEST				
REGISTRO DE DATOS DEL INDICADOR 3: INTERFERENCIAS DETECTADAS				
PROCESO ANALIZADO: Diseño de proyectos de edificación				
INVESTIGADOR: Mónica Elizabeth Pancca Rojo				
N° de Reg. de Datos (N)	Proyecto	Detalle de Observación	Número de Interferencias Detectadas	<input checked="" type="checkbox"/>
01				
N				

Validez

Hernández et al. (2014), Escobar y Cuervo (2008) nos mencionan que la validez es el grado en que un instrumento analiza la variable que pretende demostrar y esto permite conocer si estamos en la inferencia correcta. En esta investigación no requiere validez debido al tipo de técnica de recolección de datos que aplica.

Confiabilidad

La confiabilidad según Valderrama (2013) nos dice que un instrumento es confiable si produce resultados consistentes (estabilidad o reproducibilidad) en todas las aplicaciones. Por ello, debido a la técnica de recolección de datos empleada, en este caso no aplica.

3.5. Procedimientos

En esta investigación se especificó la variable independiente (Metodología BIM), así también, la variable dependiente (Diseño de proyectos de edificación). Luego se determinó la muestra, mediante el muestreo aleatorio simple de los tres indicadores, que fue de 44 observaciones de un antes y después de las dos primeras, y 27 observaciones en el tercer indicador.

Luego se determinó la observación como técnica de recolección de datos, haciendo uso de fichas de observación como instrumento de recolección de datos.

Una vez desarrollado los ítems a observarse tanto en el pre-test y pos-test, se procedió a analizar los documentos desarrollado con metodología tradicionales a fin de obtener los tiempos promedios con los cuales fueron realizados. En cambio, en el pos-test se procedió a desarrollar tres modelos BIM con todas las especialidades que componen edificaciones de vivienda (arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas y sus respectivos metrados), uno de ellos desarrollado en el software Graphisoft Archicad 25 y dos de ellos hechos con Autodesk Revit 2021, con el objetivo de obtener los tiempos, costos netos. Luego de ello, se exportó los tres proyectos con todas sus especialidades al software Autodesk Navisworks 2021 a fin de obtener las interferencias entre especialidades.

Obtenidos todos los datos propuestos, se empezó a desarrollar la estadística descriptiva, hallando la media, mediana, desviación estándar, el mínimo y el máximo haciendo uso de los softwares IBM SPSS V25 y Excel 2016.

Para la estadística inferencial, se aplicó el software IBM SPSS V25, para hallar la distribución normal de los datos de las dimensiones se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk obteniendo que las dimensiones no poseen una distribución normal, debido a ello, se procede a aplicar la prueba de Wilcoxon (prueba no paramétrica) con el objetivo de contrastar las hipótesis específicas.

Posterior a ello, se procede a desarrollar el informe específicamente el capítulo IV haciendo uso del software Word 2016 y el referenciador Mendeley.

3.6. Método de análisis de datos

Acorde a Hernández (2012) nos da a conocer los diferentes métodos de análisis de datos, los cuales de ellos se opta por los más adecuados para llevar a cabo esta presente investigación. Para realizar la investigación se hace uso de la estadística descriptiva e inferencial.

En el análisis descriptivo se aplicó los softwares como Excel 2016 e IBM SPSS V25 con el objetivo de recoger, almacenar, ordenar, y realizar tablas y gráficos entre ellos, los histogramas para una mejor representación y comprensión. Haciendo uso de pruebas y gráficos estadísticos, como la media, mediana, desviación estándar, mínimo y máximo.

Con referencia al nivel inferencial, se desarrolló con el software IBM SPSS V25, con la prueba de Shapiro-Wilk para determinar su tipo de distribución normal. Luego aplicar la prueba de Wilcoxon para contrastar las hipótesis planteadas.

3.7. Aspectos éticos

Espinoza y Calva (2020) nos dice que la ética guía la forma de actuar de las personas teniendo a la praxis moral como resultado.

Con el objetivo de garantizar la idoneidad de la presente investigación, se efectúa con plena honestidad los códigos de ética de la Universidad Cesar Vallejo - Resolución de Consejo N° 021-021-VI-UCV; en este documento la información que se plasma se dan con transparencia y veracidad. Así también, se respetó la resolución N° 110-2022-VI-UCV donde se encuentra establecido la guía para desarrollar productos de investigación. Además, esta investigación se rige bajo las Normas APA 7ma edición. Los datos obtenidos se toman con el consentimiento debido plasmados en un formato con todos los datos correctos y verídicos. La legitimidad de esta investigación se sostiene en la búsqueda de artículos científicos, libros y tesis para obtener conocimiento basto del tema. Así mismo, se empleó un programa anti plagio para verificar y validar las fuentes empleadas.

IV. RESULTADOS

Análisis Descriptivo

Objetivo específico 1: Determinar el tiempo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Se presenta el análisis descriptivo del primer indicador “tiempo de trabajo” antes y después de implementar la metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación.

Tabla 10

Medidas Descriptivas del Primer Indicador Tiempo de Trabajo.

Tipo	N°.	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Indicador 1 (Pre-test)	44	7.5891	4.00	10.76371	0.50	56.00
Indicador 1 (Pos-test)	44	1.6557	1.75	0.74284	0.37	3.05
Observaciones válidas	44					

Interpretación: En la tabla 10 se muestra las medidas del análisis descriptivo de la dimensión 1, tiempos de trabajo en la elaboración de los planos de construcción y metrados de las 44 observaciones tomadas. El promedio de tiempo neto empleado en el pre-test es de 7.5891 a comparación del pos-test que es 1.6567, lo cual significa que hay una mejora significativa en la eficiencia de 4.58 veces. La desviación estándar en el tiempo de dispersión dado en el pre-test es de 10.76371, en cambio, en el pos-test es de 0.74284 lo cual significa que en el pre-test existe una mayor dispersión a comparación del post-test, todo ello en medida de la media. El tiempo neto mínimo y máximo empleado en el pre-test fue de 0.50 y 56 respectivamente, en cambio, en el pos-test fue de 0.37 y 3.05.

Figura 1

Histograma del Promedio de Tiempo de Trabajo



Interpretación: La figura 1 nos muestra el promedio del indicador 1, en el cual es pre-test posee una media de 7.5891 y el pos-test posee una media de 1.6557. Esto quiere decir que el modelador BIM es 4.58 veces más eficiente en lograr el mismo objetivo que el modelador con metodologías tradicionales. Esto se da debido a que la metodología BIM integra en ella una serie de softwares especializados para la construcción virtual, lo cual conlleva a que estas tareas se den de forma automatizada y se reduzca el tiempo de producción de las metas propuestas.

Objetivo específico 2: Determinar el costo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Se presenta el análisis descriptivo del segundo indicador "costo de trabajo" antes y después de implementar la metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación.

Tabla 11

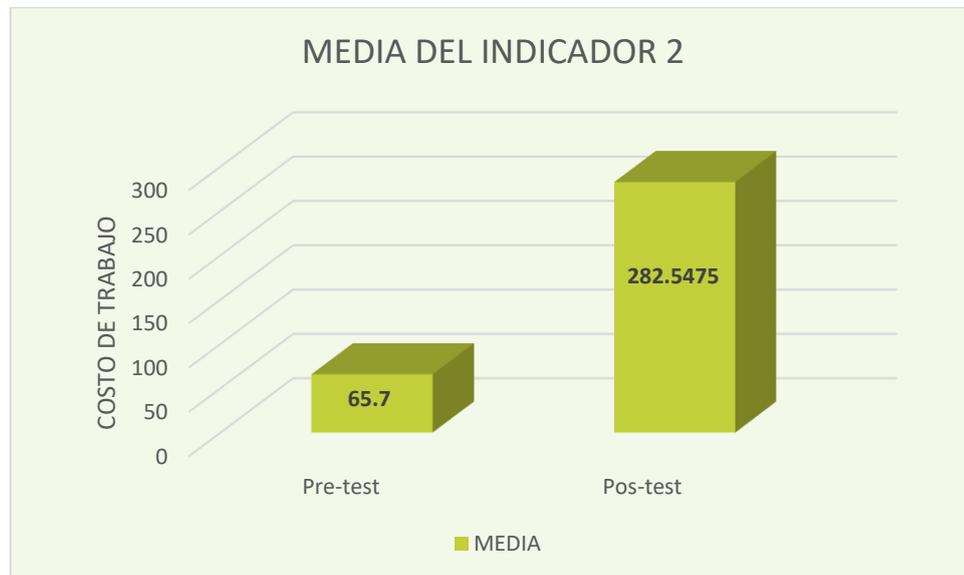
Medidas Descriptivas del Segundo Indicador Costo de Trabajo.

Tipo	N°	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Indicador 2 (Pre-test)	44	65.70	34.000	95.69352	4.25	499.52
Indicador 2 (Pos-test)	44	282.5475	303.665	125.31425	64.07	499.39
Observaciones válidas	44					

Interpretación: En la tabla 11, se puede apreciar los datos obtenidos del análisis descriptivo del segundo indicador, costo de trabajo de la elaboración de los documentos técnicos de construcción en sus 44 observaciones. El promedio de costo de trabajo requerido en el pre-test es de 65.70 a diferencia del pos-test que requirió 282.5475, ello significa que el diseño de proyectos de edificación aplicando la metodología BIM requiere de 4.30 veces más de inversión que aplicando las metodologías tradicionales. Con respecto a la desviación estándar en el costo de trabajo, en el pre-test se dispersa 95.69352 a comparación del pos-test que es de 125.31425, todo lo mencionado en medida de la media. De las 44 toma de datos, el costo mínimo hallado en el pre-test es de 4.25, en cambio, en el pos-test es de 64.07, en cuanto al costo máximo encontrado en el pre-test es de 499.52 en contratación del pos-test que es de 499.39.

Figura 2

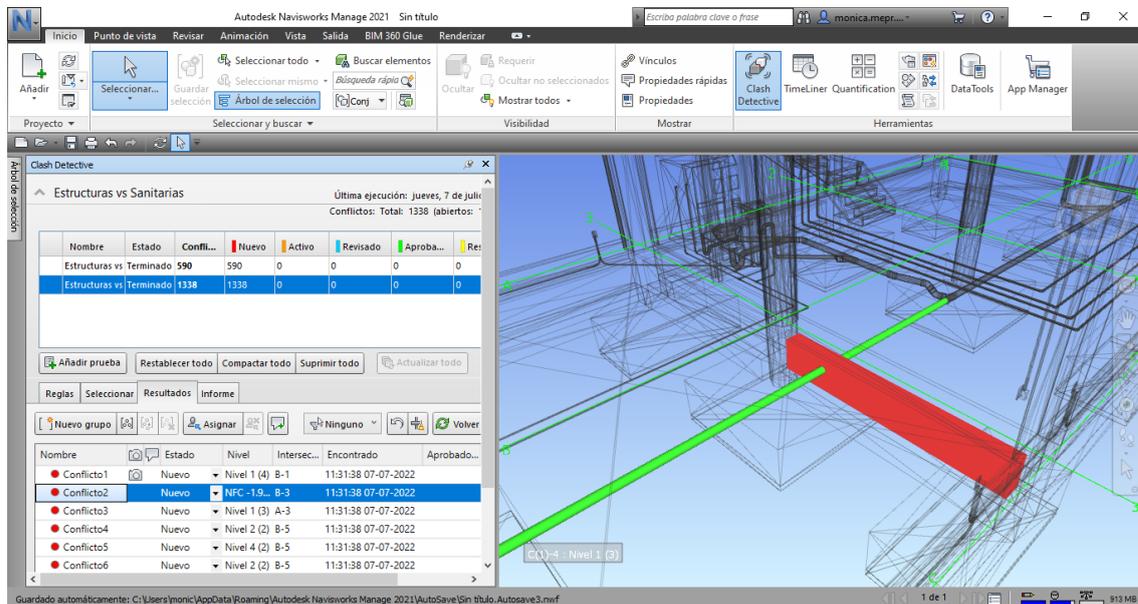
Histograma del Promedio de Costo de Trabajo



Interpretación: en la figura 2 muestra el promedio de costo de trabajo, lo cual en el pre-test resulta 65.7 y el pos-test da como resultado 282.5475. Ello significa que un modelador haciendo uso de las metodologías tradicionales requiere 4.30 veces menos de inversión que un modelador BIM. Esto se da porque un modelador BIM requirió una capacitación y práctica constante para adquirir habilidades modeladoras BIM. Segundo para modelar con BIM requiere de programas BIM que necesitan una computadora de características altas para su correcto rendimiento.

Objetivo específico 3: Determinar el número de interferencias en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Figura 3
Interferencia Detectada



La figura 3, muestra una interferencia detectada entre la especialidad de estructuras y la especialidad de instalaciones sanitarias en el software Autodesk Navisworks Manage 2021, se puede apreciar una tubería recolectora de desagüe de 4 pulgadas atravesando una viga de cimentación, lo cual debe ser subsanada bajando el nivel de la tubería. De la forma mostrada es como se encuentra interferencias entre especialidades en los modelos BIM. Otros ejemplos de las interferencias encontradas se encuentran en anexos.

Se presenta el análisis descriptivo del tercer indicador “interferencias detectadas” después de implementar la metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación.

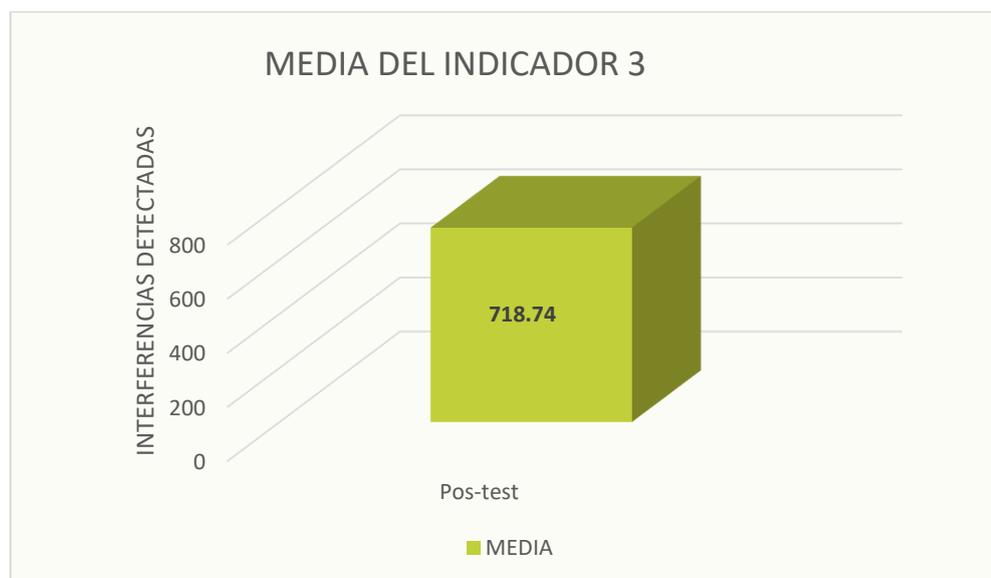
Tabla 12
Medidas Descriptivas del Tercer Indicador Interferencias Detectadas.

Tipo	Nº	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Indicador 3 (Pos-test)	27	718.74	451.00	520.975	75	1778
Observaciones válidas	27					

Interpretación: En la tabla 12, podemos observar los resultados obtenidos del análisis descriptivo del indicador 3, interferencias detectadas en el modelo obtenido aplicando la metodología BIM en 27 observaciones. La media de interferencias detectadas en el post-test es de 718.74, lo cual es el número promedio de colisiones que se suelen encontrar en la etapa de ejecución de los proyectos sin aplicar la metodología BIM. En cuanto a la desviación estándar en las interferencias detectadas, en el pos-test se dispersa 520.975 en medida del promedio, es decir, poseen una variabilidad extensa. El dato mínimo de interferencias halladas de las 27 observaciones es de 75, a comparación del máximo que es de 1778.

Figura 4

Histograma Promedio de Interferencias Detectadas



Interpretación: el promedio de interferencias detectadas haciendo uso de BIM es de 718.74 lo cual es un número elevado, esto se da debido a que con las metodologías tradicionales solo se trabajaba en dos dimensiones y para intentar hallar colisiones se tenía que superponer planos, lo cual era muy ineficiente y difícil hallar todas las colisiones. Con la metodología BIM hallar estas colisiones se automatizan, primero porque trabajamos en tres dimensiones y se pueden antever algunas interferencias. Segundo porque al terminar el modelo

en sus diferentes especialidades se exporta al programa Navisworks donde posee de una inteligencia artificial para hallar todas las interferencias de un modelo BIM.

Análisis Inferencial

Prueba De Normalidad: con el fin de determinar si posee una distribución normal, en esta investigación se aplicó el test de Shapiro-Wilk, debido a que es aplicable cuando el número de observaciones es menor o igual a 50. En este caso el número de toma de datos realizadas por cada dimensión es de 44, 44 y 27 respectivamente. Este test se aplicó haciendo uso del programa computacional IBM SPSS V25, con un grado de confianza del 95%, por lo tanto, el grado de error es de 5% que equivale a 0.05. Es decir, el nivel de significancia es de 0.05. Si el valor de probabilidad es menor o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula. En cambio, si el valor de probabilidad es mayor a 0.05, se procede a aceptar la hipótesis nula.

Prueba de normalidad del indicador 1: Tiempo de trabajo

A continuación, se plantea las hipótesis estadísticas.

- ~ H_0 → Los datos del indicador tiempos de trabajo poseen una distribución normal.
- ~ H_1 → Los datos del indicador tiempos de trabajo no poseen una distribución normal.

Tabla 13

Prueba de Normalidad del Indicador Tiempo de Trabajo

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de trabajo – Pre-test	0.512	44	< 0.001
Tiempo de trabajo – Pos-test	0.955	44	0.085

Interpretación: En la tabla 13, se muestra que el valor de probabilidad en el pre-test obtenido, es menor a 0.001, lo cual es menor al nivel de significancia 0.05. Por lo tanto, existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. El resultado observado sostiene que los datos no poseen una distribución normal. Es decir, la curva de distribución normal de los datos de tiempos de trabajo en el pre-test no es simétrica respecto a la media, y posee una desviación típica elevada, lo cual se puede interpretar que los tiempos de trabajo en el pre-test están muy alejados respecto al promedio obtenido matemáticamente.

En cambio, el valor de probabilidad en el pos-test, es de 0.085, este dato es mayor al nivel de significancia. Entonces se puede concluir, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis nula. Este resultado sostiene que los datos poseen una distribución normal. Lo cual significa que los datos de tiempo de trabajo obtenido en el pos-test poseen una desviación típica baja respecto a la media, es decir, los datos observados no se encuentran muy alejados respecto al promedio obtenido matemáticamente.

Entonces, en un diseño pre-experimental, cuando la variable en un primer tiempo no posee una distribución normal, y en un segundo tiempo si posee una distribución normal, se hace uso de la prueba de Wilcoxon.

Prueba de normalidad del indicador 2: Costo de trabajo

A continuación, se plantea las hipótesis estadísticas.

~ H_0 → Los datos del indicador costo de trabajo poseen una distribución normal.

~ H_1 → Los datos del indicador costo de trabajo no poseen una distribución normal.

~

Tabla 14*Prueba de Normalidad del Indicador Costo de Trabajo*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Costo de trabajo – Pre-test	0.504	44	< 0.001
Costo de trabajo – Pos-test	0.941	44	0.026

Interpretación: En la tabla 14, se muestra que el valor de probabilidad en el pre-test obtenido, es menor a 0.001, lo cual es menor al nivel de significancia 0.05. Por lo tanto, existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. El resultado observado sostiene que los datos no poseen una distribución normal. Es decir, la curva de distribución normal de los datos de costos de trabajo en el pre-test no es simétrica respecto a la media, y posee una desviación típica elevada, lo cual se puede interpretar que los costos de trabajo en el pre-test están muy alejados respecto al promedio obtenido matemáticamente.

En cambio, el valor de probabilidad en el pos-test, es de 0.026, este dato también es menor al nivel de significancia. Entonces se puede concluir, existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Este resultado sostiene que los datos no cuentan con una distribución normal. Lo cual significa que los datos de tiempo de trabajo obtenido en el pos-test poseen una desviación típica baja respecto a la media, es decir, los datos observados no se encuentran muy alejados respecto al promedio obtenido matemáticamente.

Entonces, en un diseño pre-experimental, cuando la variable en un primer tiempo no posee una distribución normal, y en un segundo tiempo tampoco posee una distribución normal, se hace uso de la prueba de Wilcoxon, lo cual es una prueba no paramétrica.

Prueba de normalidad del indicador 3: Interferencias detectadas.

A continuación, se plantea las hipótesis estadísticas.

- ~ H_0 → Los datos del indicador interferencias detectadas poseen una distribución normal.
- ~ H_1 → Los datos del indicador interferencias detectadas no poseen una distribución normal.

Tabla 15

Prueba de Normalidad del Indicador 3 Interferencias Detectadas

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Interferencias Detectadas – Pos-test	0.840	27	< 0.001

Interpretación: En la tabla 15, donde muestra los resultados de las interferencias detectadas en el pos-test, de la prueba Shapiro-Wilk, el valor de probabilidad en el pos-test, es menor a 0.001, este dato es menor al nivel de significancia. Entonces se puede concluir, existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Este resultado sostiene que los datos no cuentan con una distribución normal. Es decir, la curva de distribución normal de los datos de interferencias detectadas en el pos-test no es simétrica respecto a la media, y posee una desviación típica elevada, lo cual se puede interpretar que las interferencias detectadas en el pos-test están muy alejados respecto al promedio obtenido matemáticamente.

Entonces, en un diseño pre-experimental, cuando la variable en un segundo tiempo no posee una distribución normal, se hace uso de la prueba de Wilcoxon, lo cual es una prueba no paramétrica.

Prueba de Hipótesis

La prueba de hipótesis es una regla que determina si una declaración anticipada ante una población puede aceptarse y rechazarse en función a la evidencia desarrollada por los datos obtenidos en las observaciones. La prueba de hipótesis examina dos hipótesis opuestas ante una población: la hipótesis

nula y la hipótesis alternativa. Casi siempre, la hipótesis nula es el enunciado a probar, lo cual, normalmente es una declaración que no tiene efecto o diferencia. En cambio, una hipótesis alternativa es una declaración anticipada que anhela poder concluir que es verdadera, en función a los resultados obtenidos en las observaciones. Con base en estos datos, esta prueba determina si se rechaza o no la hipótesis nula. El cual emplea el valor de probabilidad en contratación con el nivel de significancia.

Prueba de hipótesis específica 1: Tiempos de trabajo

Desarrollo de la hipótesis estadística.

- ~ H_0 → El tiempo de diseño no se reduce significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.
- ~ H_1 → El tiempo de diseño se reduce significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Tabla 16

Prueba de Wilcoxon para el Indicador 1

Prueba de Wilcoxon		
	Z	Sig. Asin (Bilateral)
Tiempo de trabajo Pre-test	-5.666 ^b	< 0.001
Tiempo de trabajo Pos-test	-5.666 ^b	< 0.001

Contrastación de hipótesis

Con el objetivo de contrastar la hipótesis se desarrolló con la prueba de Wilcoxon, este se puede visualizar en la tabla 16, donde el valor de probabilidad es menor al 0.001, siendo esta menor que el valor de significancia. Por lo tanto, con evidencia clara, se rechaza la hipótesis nula y se procede a aceptar la

hipótesis alternativa. El tiempo de diseño se reduce significativamente aplicando la metodología BIM.

Prueba de hipótesis específica 2: Costos de trabajo

Desarrollo de la hipótesis estadística.

- ~ H_0 → El costo de diseño no se incrementa en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.
- ~ H_1 → El costo de diseño se incrementa en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Tabla 17

Prueba de Wilcoxon para el Indicador 2

Prueba de Wilcoxon		
	Z	Sig. Asin (Bilateral)
Costo de trabajo Pre-test	-4.913 ^c	< 0.001
Costo de trabajo Pos-test	-4.913 ^c	< 0.001

Contrastación de hipótesis

Con el objeto de comprobar la hipótesis se determinó con la prueba de Wilcoxon, este se puede visualizar en la tabla 17, donde el valor de probabilidad es menor al 0.001, siendo esta menor que el valor de significancia. Por lo tanto, con evidencia clara, se rechaza la hipótesis nula y se procede a aceptar la hipótesis alternativa. La cual es que el costo de diseño se incrementa en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Prueba de hipótesis específica 3: Interferencias detectadas

Desarrollo de la hipótesis estadística.

~ $H_0 \rightarrow$ El número de interferencias detectadas no se incrementa significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

~ $H_1 \rightarrow$ El número de interferencias detectadas se incrementa significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Tabla 18

Prueba de Wilcoxon para el Indicador 3

Prueba de Wilcoxon para una Muestra					
	N	Est. de Prueba	Error Estándar	Est. de Prueba Estandarizado	Sig. Asin
Interferencias Detectadas	27	375.000	41.620	4.469	< 0.001
Pos-test					

Contrastación de hipótesis

Con el objeto de comprobar la hipótesis se determinó con la prueba de Wilcoxon, este se puede visualizar en la tabla 18, donde el valor de probabilidad es menor al 0.001, siendo esta menor que el valor de significancia. Por lo tanto, con evidencia clara, se rechaza la hipótesis nula y se procede a aceptar la hipótesis alternativa. Es decir, se afirma que el número de interferencias detectadas se incrementa significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

V. DISCUSIÓN

Respecto al Objetivo General

Se describió como primer **objetivo general** analizar la metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora. **Según Morales et al. (2022) y Prieto et al. (2019)** definen que la metodología BIM es una tecnología que conjunta formas optimizadas para la planificación de proyectos de construcción, el cual debe comprenderse como la conjunción de políticas, proceso y tecnologías que se interrelacionan para mejorar la planificación, el diseño y construcción. En cuanto a la segunda variable el RNE (2021) indica que el diseño de proyectos de edificación tiene por definición “El conjunto de actividades que tienen por objetivo la materialización de una idea, que permite ejecutar una obra de habilitación urbana y/o edificación” la cual en este caso, se tuvo en cuenta los indicadores de planos de edificación y metrados.

En la presente investigación se halló que, respecto a los tres indicadores planteados, tiempo de trabajo, costo de trabajo e interferencias halladas entre especialidades. En el primer indicador, se obtuvo una mejoría en la eficiencia de 4.58 veces y la prueba de Wilcoxon nos conllevó a aceptar la hipótesis alternativa, confirma que con la metodología BIM los tiempos de diseño se reducen en un porcentaje intermedio. Con respecto a la segunda dimensión se obtuvo que aplicando la metodología BIM se requiere una inversión de 4.30 veces más que con las metodologías tradicionales. Y con la prueba de Wilcoxon nos dice que existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alternativa que es, el costo de diseño se incrementa significativamente en proyectos de edificación aplicando la metodología BIM en una empresa constructora. En tanto a la tercera dimensión se obtuvo en el pos-test de 718.74 lo cual demuestra un significativo incremento de la eficiencia al aplicar la metodología BIM para hallar colisiones entre especialidades.

Los datos hallados contrastan con las investigaciones de Quesquen (2021) donde los beneficios aplicando BIM fue de 1.39% en cambio, con los métodos tradicionales fueron de -3.94%, la precisión en los metrados con BIM fue de 52% a comparación del 29% de la metodología tradicional, el uso de la metodología BIM potencia la precisión de metrados y minimiza las

incompatibilidades entre especialidades en el diseño de planos de construcción. Es decir, concluye principalmente en que la adición de la metodología BIM potencia de forma positiva la rentabilidad del proyecto, pero se encuentran limitaciones en profesionales capacitados en el uso de estos softwares. Además Del Solar et al. (2021) concluyeron en lo siguiente; a) el nivel de implementación de LPS es muy bajo ya que solo el 37.5% lo conoce, y el 9.52% lo usa regularmente, es decir, los profesionales que tuvieron relación con el monitoreo de proyectos son los que quedaron fascinados con la metodología LPS; b) se confirma que el LPS y BIM son herramientas que se complementan ya que aumenta la calidad de la construcción y reduce el tiempo; c) se confirma que los profesionales encuestados afirman que la metodología LPS será aplicada en más proyectos civiles en función al tiempo.

Los resultados encontrados en la presente investigación van en la misma dirección que los resultados de los antecedentes contrastados, en vista que la metodología BIM gestiona de forma íntegra todos los aspectos que se dan en un diseño de proyecto, es decir, es una forma de construcción virtual que permite antever las posibles colisiones o problemas que se solían ver en la etapa de ejecución. De esa forma se optimiza integralmente el diseño de proyectos de construcción.

Respecto al Objetivo Específico N° 01

Se planteó como primer **objetivo específico**, determinar el tiempo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora. Acorde a La torre et al. (2019) el **tiempo de trabajo** se refiere a la asignación de plazos a las tareas, las cuales deben de indicar un estimado de la duración de ciertas actividades teniendo en cuenta la experiencia del individuo. De esa forma el investigador halló la mejoría de la productividad en desarrollar modelos Lean-BIM con un LOD intermedio.

En esta investigación se encontró en el análisis descriptivo que un promedio en el pre-test de 7.5891, a comparación del pos-test que dio un 1.6567, esto significa una mejoría en la eficiencia de 4.58 veces, es decir que un modelador BIM es 4.58 veces más eficiente haciendo la misma meta que una

persona aplicando las metodologías tradicionales, una desviación estándar de en el pre-test de 10.76371 y en el pos-test de 0.74284, demostrando que el pos-test existe menor dispersión en tiempos. Con respecto al análisis inferencial la prueba de normalidad a través de Shapiro-Wilk, en el pre-test se obtuvo un valor menor a 0.001 y en el pos-test un valor de 0.085, por lo tanto, el pre-test no posee una distribución normal a comparación del pos-test que, si posee una distribución normal, debido a ello se concluye que la primera dimensión no cuenta con distribución normal. Es por ello, que se procede a aplicar las pruebas no paramétricas de Rangos de Wilcoxon. En la prueba de hipótesis de la primera dimensión empleando Wilcoxon, se obtuvo un resultado en el pre-test menor a 0.001, en el pos-test un resultado menor a 0.001, lo cual nos conlleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, es decir, el tiempo se reduce significativamente en proyectos de edificación aplicando la metodología BIM en una empresa constructora.

Los resultados obtenidos contrastan con las investigación de Atahualpa (2021) realizado en la empresa A.B.C. Arquitectos e Ingenieros, donde realizó un estudio de las bondades de la metodología BIM respecto a los tiempos de trabajo, en su análisis descriptivo halló una mejoría de 29.29%, quien confirma que con la metodología BIM los tiempos de diseño se reducen en un porcentaje intermedio. Por otra parte, los resultados de Antonio y Liévano, (2017) en su investigación afirman que la metodología BIM es necesaria para mejorar la efectividad de la gerencia de proyectos ya que optimiza la toma de decisiones. También Sánchez (2021) con respecto a los tiempo de investigación experimental, demostró que obtuvo una mejoría de 18.45% lo que demuestra que los tiempos de trabajo se reducen ampliamente usando BIM a comparación de otras metodologías. En su análisis inferencial en la prueba de normalidad resultó 0.062, dando a relucir una distribución normal y el pos-test una distribución no normal, debido a ello hace uso de las pruebas de rangos de Wilcoxon, donde la hipótesis nula es rechazada y da paso a aceptar la hipótesis alternativa, concluyendo que implementando BIM se mejora en la eficiencia de tiempos para lograr las metas propuestas.

Esta coincidencia se dio porque la metodología BIM es una gestión de tecnología especializada en el rubro de la construcción que facilita el diseño, por presentar herramientas especializadas y muy versátiles, por ello, la aplicación de BIM en cualquier empresa constructora mejorará la eficiencia de las tareas desempeñadas.

Respecto al Objetivo Específico N° 02

Se planteó como segundo objetivo específico, determinar el costo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora. Según RNE (2021) el costo de trabajo del desarrollo de los documentos técnicos, se refiere al número monetario que se invertirá en desarrollar los documentos técnicos, es decir, el costo de profesionales capacitados, licencias, logística entre otros. Acorde a ENTRELÍNEAS (2011) en cuanto al **costo de trabajo** del desarrollo de los documentos técnicos, se refiere al número monetario que se invertirá en desarrollar los documentos técnicos, es decir, el costo de profesionales capacitados, licencias, logística.

En el presente estudio se halló en el análisis descriptivo un promedio en el pre-test de 65.70, a diferencia del pos-test que dio un promedio de 282.5475, esto nos demuestra que el diseño de proyectos de edificación requiere de 4.30 veces más de inversión que aplicando metodologías tradicionales. También presenta una desviación estándar en el pre-test de 95.69352 y en el pos-test de 125.31425, de esa forma se demuestra que existe mayor dispersión de costos en el pos-test. En relación al análisis inferencial la prueba de normalidad a través de Shapiro-Wilk, en el pre-test se obtuvo un valor menor a 0.001 y en el pos-test un valor de 0.026, es decir, el pre-test no posee una distribución normal a diferencia del pos-test que, si posee una distribución normal, en consecuencia, se puede concluir que la segunda dimensión no se distribuye de forma normal. Debido a ello, se procede a aplicar las pruebas no paramétricas de Wilcoxon. En la prueba de hipótesis de la segunda dimensión con la aplicación de Wilcoxon, se obtuvo un resultado en el pre-test menor a 0.001, en el pos-test también dio un resultado menor a 0.001, por lo que se rechaza la hipótesis nula y existe evidencia suficiente la aceptar la hipótesis alternativa, es decir, el costo de diseño

se incrementa significativamente en proyectos de edificación aplicando la metodología BIM en una empresa constructora.

Los resultados obtenidos contrasta con la investigación de Pinto e Istaña (2021) en su análisis comparativo de variabilidad en la planificación y diseño de un proyecto de construcción donde obtuvo resultados con respecto a costo de diseño en el pre-test de -22%, a comparación del pos-test que obtuvo un resultado de +29%, lo cual significa que aplicando la Metodología BIM se necesita más inversión. Almonacid et al. (2015) nos dice que al analizar las deficiencias de diseño de dos proyectos en específico, aplicando la metodología BIM se genera un ahorro de 57% en relación a la inversión integrando BIM. A la vez se da una reducción de los requerimientos de información de un 90%, siendo detectadas y subsanadas en la etapa de diseño integrando la coordinación BIM con los especialistas.

Esta coincidencia se dio debido a que la metodología BIM, requiere de profesionales con mayor capacitación en el uso de tecnologías que la integran, es decir, al ser una metodología de vanguardia aún hay poco profesional capacitado en el uso de estos programas modeladores, a la vez requiere de dispositivos computacionales potentes, es por ello, que la aplicación de la metodología BIM en la etapa de diseño incrementa el costo de inversión en una empresa constructora.

Respecto al Objetivo Específico N° 03

Se planteó como tercer objetivo específico, determinar el número de interferencias en el diseño de proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora. Acorde Atahualpa, (2021) la calidad de diseño de los documentos técnicos se refiere al número de interferencias encontradas y subsanadas al momento de trabajar en un solo modelo de información, esto se verá con mayor claridad al momento de la ejecución de la obra de edificación.

En el presente estudio de obtuvo en el análisis descriptivo un promedio en el pos-test de 718.74 lo cual demuestra un significativo incremento de la eficiencia al aplicar la metodología BIM para hallar colisiones entre

especialidades. A la vez, la desviación estándar fue de 520.975, es decir, que demuestra una dispersión considerable en el pos-test. Con relación al análisis inferencial la prueba de normalidad a través de Shapiro-Wilk, en el pos-test un valor de 0.001, es decir, no posee una distribución normal, se puede concluir que la tercera dimensión no se distribuye de forma normal. Debido a ello, se procede a aplicar las pruebas no paramétricas de Wilcoxon. En la prueba de hipótesis de la segunda dimensión con la aplicación de Wilcoxon, se obtuvo un resultado en el pos-test menor a 0.001, por lo que se rechaza la hipótesis nula y existe evidencia suficiente la aceptar la hipótesis alternativa, es decir, el número de interferencias detectadas se incrementa significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Los resultados obtenidos contrastan con la investigación de Atahualpa (2021), realizado en la empresa A.B.C. Arquitectos e Ingenieros, donde realizó un estudio de las bondades de la metodología BIM respecto a interferencias detectadas, en su análisis descriptivo halló una mejoría del 94%, lo cual confirma que con la metodología BIM, hallar las colisiones entre especialidades aumenta ampliamente a comparación de metodologías tradicionales. Antonio y Liévano (2017) afirman que la metodología BIM es necesaria para mejorar la efectividad de la gerencia de proyectos ya que optimiza la toma de decisiones; así también, la metodología BIM beneficia económicamente los procesos y reprocesos, ya que se puede detectar las interferencias entre las estructuras y las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, y especiales; por último, la implementación de la metodología BIM se debe acompañar con un asesoramiento específico de retroalimentación para evitar errores en la coordinación del proyecto.

Esta coincidencia se dio en consecuencia a que la metodología BIM, inserta en ella el uso de inteligencia artificial para hallar óptimamente todas las colisiones al trabajar en modelos tridimensionales que cuentan con información. Es por ello, que la adición de la metodología al proceso de diseño de proyectos incrementa la detección de interferencias entre todas las especialidades propuestas.

VI. CONCLUSIONES

Primera: acorde a los resultados hallados respecto al **objetivo general** en este estudio desarrollada en una empresa constructora en la ciudad de Juliaca, se concluye que con la adición de la metodología BIM da a relucir una mejoría significativa en relación a la eficiencia en el diseño de proyectos de edificación. En concordancia con las dimensiones analizadas, la metodología BIM ha desarrollado mejoras relevantes, en cuanto a la dimensión de tiempo de diseño se halló una mejoría de eficiencia de 4.58 veces en comparación de aplicaciones tradicionales y debido a que en la prueba de Wilcoxon se obtuvo un resultado de <0.001 se aceptó la hipótesis alternativa, es decir, el tiempo de diseño se reduce significativamente aplicando la metodología BIM, sin embargo, en relación a la dimensión costo de diseño se pudo concluir que aplicar la metodología BIM requiere de 4.30 veces más de inversión para desarrollar un diseño de proyecto de edificación, lo cual contrasta con la prueba inferencial de Wilcoxon que dio un resultado de <0.001 por lo que se aceptó la hipótesis alterna, es decir, el costo de diseño se incrementa en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora, por último, la dimensión de interferencias halladas entre especialidades aplicó una mejoría significativa, siendo el promedio de interferencias halladas 718.74, lo cual demuestra una eficiencia alta. Por lo tanto, debido a que en la prueba de Wilcoxon se obtuvo un resultado de <0.001 se aceptó la hipótesis alternativa, es decir, el número de interferencias detectadas se incrementa significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.

Segunda: de acuerdo a los resultados finales hallados respecto al **objetivo específico 1**, se concluye que la metodología BIM potencia la disminución de tiempos empleados para desarrollar un diseño de proyecto de edificación en una empresa constructora. Esto se afirma en contraste a los resultados hallados q demuestra una mejoría en el tiempo de 4.58 veces a comparación de las metodologías tradicionales. A la vez, la prueba de normalidad en el pre-test y pos-test da un resultado de <0.001 y 0.085 respectivamente, lo que significa que en general no posee una distribución normal, es decir los datos están muy alejados de la media, y no se comportan de forma normal. En la prueba de

contrastación de hipótesis se obtuvo en el pre-test y pos-test un resultado de <0.001 en ambas partes, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna.

Tercera: de acuerdo a los resultados finales hallados respecto al **objetivo específico 2**, se concluye que la metodología BIM incrementa la inversión de costos empleados para desarrollar un diseño de proyecto de edificación en una empresa constructora. Esto se afirma en contraste a los resultados hallados q demuestra un incremento en el costo de 4.30 veces a comparación de las metodologías tradicionales. A la vez, la prueba de normalidad en el pre-test y pos-test da un resultado de <0.001 y 0.026 respectivamente, lo que significa que en general no posee una distribución normal, es decir los datos están muy alejados de la media, y no se comportan de forma normal. En la prueba de contrastación de hipótesis se obtuvo en el pre-test y pos-test un resultado de <0.001 en ambas partes, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna.

Cuarta: de acuerdo a los resultados finales hallados respecto al **objetivo específico 3**, se concluye que la metodología BIM potencia la detección de interferencias entre especialidades de un diseño de proyecto de edificación en una empresa constructora. Esto se afirma en contraste a los resultados hallados q demuestra una mejoría sustancial aplicando la metodología BIM. A la vez, la prueba de normalidad en el pos-test da un resultado de <0.001 , lo que significa que en general no posee una distribución normal, es decir los datos están muy alejados de la media, y no se comportan de forma normal. En la prueba de contrastación de hipótesis se obtuvo en el pos-test un resultado de <0.001 , por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: de acuerdo a los resultados hallados en esta investigación con respecto a la optimización que genera la metodología BIM en el diseño de proyectos, se recomienda al estado con la continuidad de seguir implantando políticas que potencien la adopción de esta metodología a nivel público y privado, a la vez se recomienda crear programas de capacitación y especialización de los profesionales intervinientes en el rubro de la construcción con el objetivo de crear valor, a la vez, generar proyectos de infraestructura de calidad y con integridad.

Segunda: con el objetivo de aplicar los resultados positivos obtenidos en esta investigación en una empresa constructora, se recomienda a la empresa constructora implementar la metodología BIM en la producción de diseño de proyectos de edificación, para generar eficiencia y mejoras de la rentabilidad en la empresa constructora, también aplicar esta metodología adapta a la empresa a no quedar en la tecnología obsoleta, ya que la industria de la construcción se encuentra en una época de constantes cambios, donde adaptarse es una obligación.

Tercera: con respecto a los tiempos de diseño, se han obtenido resultados óptimos que significan mejoras sustanciales en las entregas de diseño de proyectos. Se recomienda al gerente general de la empresa constructora, realizar una campaña de capacitación periódica para generar conciencia en la adopción de nuevas metodologías en todos los colaboradores, de esa forma, ser una empresa vanguardista con la adopción de inteligencia artificial que gestiona procesos de construcción virtual.

Cuarta: acorde al costo de diseño, se ha identificado que requiere una mayor inversión adoptando la metodología BIM, sin embargo esta inversión es necesaria ya que un modelo BIM culminado, es un modelo donde se subsanó todas las interferencias detectadas, esto quiere decir, que en la etapa de ejecución del proyecto se hallarán un mínimo de colisiones, esto se puede interpretar como menos re-trabajos, menos modificaciones al expediente, cumplimientos de cronogramas y tiempos establecidos, supervisión eficiente de los colaboradores, y en conclusión mayor rentabilidad para la empresa. Por lo

tanto, se recomienda a todos los participantes que se encuentran en el rubro de la construcción realizar mayores investigaciones con respecto a la interacción de la metodología BIM y la filosofía Lean Construction para de esa forma dotar de más información a la industria de la construcción.

Quinta: respecto a las interferencias detectadas, se identificó que la metodología BIM es eficiente en cuanto a ello, la detección de estas colisiones en un modelo virtual de construcción significa que la etapa de ejecución del proyecto se dará de forma más fluida, sin los constantes problemas que se solían presentar, esto equivale a cumplimiento de cronogramas establecidos, mejoras en la rentabilidad de los proyectos. Por lo tanto, se recomienda a los profesionales encargados del diseño de proyectos de la empresa constructora capacitarse en el centro de labores y también de forma autodidacta para lograr el manejo de estas nuevas metodologías y de esa forma ser profesionales de vanguardia que aporten valor en la sociedad.

REFERENCIAS

- Aguilera, C. I. (2004). Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones. *Estudios Gerenciales*, 20(90), 35–56. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232004000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Almonacid Flores, K. L., Navarro Luna, J. K., & Rodas Benites, I. (2015). Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología Bim en la empresa constructora e inmobiliaria “IJ Proyecta.” In *Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas* (Vol. 0, Issue 0). <http://hdl.handle.net/10757/617477%0Ahttp://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/67452>
- Andújar-Montoya, M. D., Marcos-Jorquera, D., García-Botella, F. M., & Gilart-Iglesias, V. (2017). A context-driven model for the flat roofs construction process through sensing systems, internet-of-things and last planner system. *Sensors (Switzerland)*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/s17071691>
- Andújar Montoya, M. D., Galiano Garrigós, A., Echarri Iribarren, V., & Rizo Maestre, C. (2019). BIM-LEAN as a Methodology to save execution costs in building construction - an experience under the spanish framework. *Applied Sciences (Switzerland)*, 92, 224–231. <https://doi.org/doi:10.3390/app10061913>
- Antonio Cerón, I., & Liévano Ramos, D. A. (2017). Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto. *Universidad Católica de Colombia*, 551035, 61. <http://www.math.buffalo.edu/mad/Ancient-Africa/lebombo.html>
- Atahualpa Heras, L. E. (2021). Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L. (Tesis de Posgrado). In *Universidad César Vallejo*. Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76522>
- Awad, T., Guardiola, J., & Fraíz, D. (2021). Sustainable Construction: Improving productivity through Lean Construction. *Sustainability Construction*, 13(24). <https://doi.org/10.3390/su132413877>

- Baeza Pereyra, J., & Salazar Ledezma, G. (2005). Integración de proyectos utilizando el modelo integrado de información para la construcción. *Ingeniería*, 9(septiembre-diciembre), 67–75. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46790307>
- Bassi, M. A., Lopez, M. A., Confalone, L., Gaudio, R. M., Lombardo, L., & Lauritano, D. (2020). Un approccio semplificato per la valutazione di sostenibilità dell'ambiente costruito attraverso il BIM. *Nature*, 388, 539–547. <https://doi.org/10.13128/Techne-19743>
- Bazán, Á. M., Alberti, M. G., Álvarez, A. A., & Trigueros, J. A. (2020). New perspectives for bim usage in transportation infrastructure projects. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(20), 1–22. <https://doi.org/10.3390/app10207072>
- Cárdenas, C., Zapata, P., & Lozano, N. (2018). Integración de las metodologías Building Information Modeling 5D y Earned Value Management a través de una herramienta computacional. *Revista Ingeniería de Construcción*, 263–278. <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v33n3/0718-5073-ric-33-03-263.pdf>
- Chacón Cantos, J., & Rugel Kamarova, S. (2018). Artículo de Revisión. Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de Calidad. *Revista Espacios*, 39(50), 50. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n50/a18v39n50p14.pdf>
- Chanduvi Cruz, J. J. (2021). La metodología BIM y la gestión de proyectos de construcción en la Provincia de Sullana. (Tesis de Posgrado). In *Universidad César Vallejo*. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/>
- de Almeida, G., & de Brito, L. C. B. (2017). Analysis of Organizational Culture in Brazilian Building Companies to Evaluate Changes Required by BIM Technology. *Business Management Dynamics*, 7(4), 1–16. <https://doi.org/ISSN:2047-7031>
- Del Solar, P., Del Rio, M., Fuente, R., & Esteban, C. (2021). Collaborative work tools in Spanish construction sector. Best practice proposal to implement Last Planner System (LPS). *Informes de La Construcción*, 73(561), e383. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/ic.77475>
- Delgado Contreras, G. (2012). *El Abc De Los Metrados Y Lectura De Planos*.

- EDICIVIL S.R.Ltda. <https://civiliestph.files.wordpress.com/2016/04/el-abc-de-los-metrados-y-lectura-de-planos-en-edificaciones.pdf>
- ENTRELÍNEAS. (2011). Régimen de la Construcción Civil. In *Revista de Asesoría Especializada*. https://mep.pe/intranetvirtual/Constitucion-y-Fomalizacion/tramites_tributarios/MEP_Contabilidad_TramitesTributario_RegimenDeConstruccionCivil.pdf
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez De Contenido Y Juicio De Expertos: Una Aproximación a Su Utilización. *Avances En Medición*, 6(September), 27–36. https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion
- Espinoza, E., & Calva, D. (2020). La Ética En Las Investigaciones Educativas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 333–340. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-333.pdf>
- Espinoza Freire, E. E. (2019). Las variables y su operacionaliación en la investigación educativa. Segunda Parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171–180. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0002-0537-4760>
- Esteban, N. (2018). Tipos de investigación: Metodología de la Investigación. *CONCYTEC*, 1–4. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
- Evans, M., & Farrell, P. (2021). Barriers to integrating building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi study. *Benchmarking*, 28(2), 652–669. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2020-0169>
- Formoso, C. T., Tzortzopoulos, P., & Forgues, D. (2020). Lean and BIM meet social sciences: New perspectives in construction engineering and management. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 47(2), v–vi. <https://doi.org/10.1139/cjce-2019-0662>
- Fustamante Huamán, M. (2014). *Implementación del sistema integrado BIM - LEAN - GREEN (BLG) en la fase de diseño de proyectos de construcción (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/>

- García Alvarado, R., Forcael Durán, E., & Pulido Arcas, J. A. (2018). Evaluación de colaboración extrema con modelación BIM para la enseñanza de proyectos de edificación. *Arquitectura Revista*, 388, 539–547. <https://doi.org/10.4013/arq.2020.161.18>
- González-Valle, E. (2019). Parámetros estadísticos de las acciones permanentes en la edificación. *Informes de La Construcción*, 71(553). <https://doi.org/10.3989/ic.67500>
- Guzzetti, F., Anyabolu, K. L. N., Biolo, F., & D'ambrosio, L. (2021). BIM for existing construction: A different logic scheme and an alternative semantic to enhance the interoperability. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(4), 1–13. <https://doi.org/10.3390/app11041855>
- Hernández Moreno, S. (2011). Aplicación de la información de la vida útil en la planeación y diseño de proyectos de edificación. *Acta Universitaria*, 21(2), 37–42. <https://doi.org/10.15174/au.2011.35>
- Hernández Sampieri, R. C., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. MCGRAW-HILL. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, Z. (2012). Métodos de Análisis de Datos. *Universidad de La Rioja*. https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf
- Herrera, R. F., Mourgues, C., Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2021). Comparing team interactions in traditional and Bim-Lean Design Management. *Buildings*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/buildings11100447>
- Koseoglu, O., & Nurtan-Gunes, E. T. (2018). Mobile BIM implementation and lean interaction on construction site: A case study of a complex airport project. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(10), 1298–1321. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0188>
- Koseoglu, O., Sakin, M., & Arayici, Y. (2018). Exploring the BIM and lean synergies in the Istanbul Grand Airport construction project. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(10), 1339–1354. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0186>

- Latorre Uriz, A., Sanz, C., & Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. In *Informes de la Construcción* (Vol. 71, Issue 556, p. 313). <https://doi.org/10.3989/ic.67222>
- López, I. D., Urrea, J., & Navarro, D. (2006). Aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC) a la gestión de facturación de las Empresas Sociales de Estado, ESE. *Revista Innovar*. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=univcv&id=GALE%7CA161601376&v=2.1&it=r>
- Mahmood, A., & Abrishami, S. (2020). BIM for lean building surveying services. *Construction Innovation*, 20(3), 447–470. <https://doi.org/10.1108/CI-11-2019-0131>
- Marzouk, M., Elmaraghy, A., & Voordijk, H. (2019). Lean deconstruction approach for buildings demolition processes using BIM. *Lean Construction Journal*, 2019, 147–173. <https://doi.org/https://www.proquest.com/docview/2617203276/fulltextPDF/DA3AB6C74E4B9BPQ/1?accountid=37408>
- Meana, V., García, R., Bello, A., León, I., & Giganto, S. (2021). Integrating BIM in Industrial Engineering programs. A new strategy model. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012133. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012133>
- Medina, P., Salomón, N., & Gómez, R. (2020). Evaluación de la estimación de metrados para los costos de la partida de arquitectura de una obra retail en Lima en el 2019 con la implementación BIM. *Investigación y Desarrollo*, 20, 155–171. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-12i>
- MEF. (2021). Guía Nacional BIM, Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 676(1). https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf
- Mehran, D., Poirier, E. A., & Forgues, D. (2022). BIM and Lean for value generation

- in the built asset industry: an information management perspective. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1218(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1218/1/012052>
- Morales, F., Herrera, R. F., Rivera, F. M. La, Atencio, E., & Nuñez, M. (2022). Potential Application of BIM in RFI in Building Projects. *Buildings*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/buildings12020145>
- Ortiz, J. A. (2021). Conocimiento normativo de los maestros de obra, control de recursos y presupuesto de obra en las construcciones. *Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 8(16), 89–96. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n16.a105>
- Pavón, R. M., Bazán, Á. M., Cepa, J. J., Arcos Álvarez, A. A., Trigueros, J. M. A., Alberti, M. G., & Tellaeché, J. R. (2022). New Use of BIM-Origami-Based Techniques for Energy Optimisation of Buildings. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/app12031496>
- Pereira Filho, Z. R., & Izabel Barreto, A. J. C. (2018). Bim Como Interface Colaborativa No Curso De Arquitetura E Urbanismo Do Iff. *Revista Internacional de Ciências*, 8(1), 99–114. <https://doi.org/10.12957/ric.2018.32653>
- Pinto Canchari, K. G., & Istaña Flores, L. A. (2021). *Implementación de la metodología de procesos Building Information Modeling (BIM) y análisis comparativo de variabilidad con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón “E” de la Universidad [Universidad Peruana Unión]*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4770>
- Porrás Díaz, H., Sánchez Rivera, O., & Galvis Guerra, J. (2015). Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5d con tecnologías “building information modeling.” *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 14(38), 59–73. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5161780>
- Prieto-Tibaduiza, W. A., Rocha-Vega, S. M., Julián Páez, H. J., & Lozano-Ramírez, N. E. (2019). Propuesta de herramienta para la integración de BIM a la toma

- decisiones financieras en proyectos de construcción. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75–101. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- Project Management for Non-Governmental Organizations (PM4NGOs). (2017). *Teoría de Cambio: Una guía para gerentes de programas*. <https://www.odaid.org/wp-content/uploads/2021/02/TeoriadelCambio.pdf>
- Quesquen Salvatierra, D. H. (2021). Evaluación de Rentabilidad, aplicando Tecnología BIM en el proyecto inmobiliario Villa Silvestre, Campiña Moche, Trujillo -2021 (Tesis de Posgrado). In *Universidad César Vallejo*. Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76522>
- Restrepo Carvajal, C. A., & Gómez Arenas, N. A. (2021). Aplicación de la Teoría del Cambio para la Gestión de Proyectos Públicos. *Revista Innovación y Desarrollo Sostenible*, 1(2), 61–73. <https://doi.org/10.47185/27113760.v1n2.30>
- RNE. (2021). *Norma Técnica G.040, Definiciones Del Reglamento Nacional De Edificaciones*. 1–28. <https://lexsoluciones.com/wp-content/uploads/2021/01/Norma-Tecnica-R.-M.-029-2021-Vivienda.pdf>
- Rojas López, M. D., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales, M. E. (2017). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115–128. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6>
- Rosales Posas, R. (2013). Procesos de desarrollo y la teoría de gestión de proyectos. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 64, 9–29. https://doi.org/10.35485/rcap64_1
- Rybkowski, Z. K., Forbes, L. H., & Tsao, C. C. Y. (2020). The evolution of Lean Construction education at US-based universities. *Lean Construction*, 193, 387–407. <https://doi.org/10.1201/9780429203732-19>
- Sánchez, B., Sanz, C., & Latorre, A. (2021). Competencias del Jefe de Obra. *Informes de La Construcción*, 73(562), e389. <https://doi.org/10.3989/ic.73925>
- Sánchez Manayay, M. (2021). Metodología BIM en la mejora del mantenimiento preventivo y correctivo de edificios en la empresa ASPERSUD, Lima (Tesis de Posgrado). In *Universidad César Vallejo*. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76522>

- Tezel, A., Taggart, M., Koskela, L., Tzortzopoulos, P., Hanahoe, J., & Kelly, M. (2020). Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: A systematic literature review. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 47(2), 186–201. <https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0408>
- Urbizagastegui-Alvarado, R. (2019). El modelo de difusión de innovaciones de Rogers en la bibliometría mexicana. *Palabra Clave*, 9(1), e071. <https://doi.org/10.24215/18539912e071>
- Valderrama, S. (2013). Pasos Para Elaborar Proyectos de Investigacion Cientifica. In *Editorial San Marcos*. Editorial San Marcos. http://www.editorialsanmarcos.com/index.php?id_product=211&controller=product
- Xiaobing, Y., Chenliang, L., Tongzhao, H., & Zhonghui, J. (2021). Information diffusion theory-based approach for the risk assessment of meteorological disasters in the Yangtze River Basin. *Natural Hazards*, 107(3), 2337–2362. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04418-6>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: La metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, Juliaca - 2022

AUTORA: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE: Metodología BIM	-Flujo de información	-Programación -Diseño conceptual -Diseño de detalles -Análisis -Documentación	Razón
¿Cómo la metodología BIM repercute en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora?	Analizar la metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora.	La metodología BIM optimiza significativamente el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora.		-Inteligencia artificial		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	DEPENDIENTE: Diseño de proyectos de edificación	-Ingeniería digital	-Tiempo de trabajo	Razón
1. ¿De qué manera influye la metodología BIM en el tiempo de diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora?	1. Determinar el tiempo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.	1. El tiempo de diseño se reduce significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.		-Planos de edificación		
2. ¿De qué manera influye la metodología BIM en el costo de diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora?	2. Determinar el costo de diseño de proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.	2. El costo de diseño se reduce en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.		-Metrados		
3. ¿De qué manera influye la metodología BIM en la detección de interferencias en proyectos de edificación en una empresa constructora?	3. Determinar el número de interferencias en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.	3. La detección de interferencias aumenta significativamente en proyectos de edificación desarrollados con la metodología BIM en una empresa constructora.		-Presupuesto de Obra	-Interferencias entre especialidades	

Anexo 2: Metodología

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA POR EMPLEAR
<p>-Tipo: Aplicada</p> <p>-Diseño: Pre-experimental</p> <p>-Método: Enfoque cuantitativo</p>	<p>Población: La población será enmarcada por los proyectos realizados en los 2 últimos años de una empresa constructora. Por lo tanto, se optó por 50 y 30 registros de datos.</p> <p>Tipo de muestreo: Fue considerada el de tipo probabilístico aleatorio simple.</p> <p>Tamaño de la muestra: Fue conformado en el primer y segundo indicador por 44 registros, en el tercer indicador se conformó por 27 registros de datos.</p>	<p>Variable Independiente: Metodología BIM</p> <p>Técnica: Observación</p> <p>Instrumentos: Ficha de Observación</p> <p>Autor: Mónica Elizabeth Pancca Rojo</p> <p>Año: 2022</p> <p>Ámbito de aplicación: Por registro de datos</p> <p>Forma de administración: Análisis directo</p> <hr/> <p>Variable Dependiente: Diseño de proyectos de edificación</p> <p>Técnica: Observación</p> <p>Instrumentos: Ficha de Observación</p> <p>Autor: Mónica Elizabeth Pancca Rojo</p> <p>Año: 2022</p> <p>Ámbito de aplicación: Por registro de datos</p> <p>Forma de administración: Análisis directo</p>	<p>Acorde a Hernández (2012) nos da a conocer los diferentes métodos de análisis de datos, los cuales de ellos se opta por los más adecuados para llevar a cabo esta presente investigación. Con referencia al pre-test y post-test, se empleó los programas computacionales Microsoft Excel y IBM SPSS V25. En cuanto al análisis descriptivo se empleó tablas y figuras, con el fin que sea más dinámico para su interpretación y lectura de los resultados.</p>

Anexo 3: Matriz de Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO: La metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, Juliaca - 2022

AUTORA: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

	VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología BIM.	Según Plan BIM Perú (2022) define que Building Information Modeling (BIM) es una forma colaborativa de crear y gestionar proyectos de construcción. Su propósito es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos los interesados.	Según Baeza y Salazar (2005) BIM tiene como objetivo optimizar el flujo de trabajo durante la fase de ideación del desarrollo. Desarrollar, implementar y apoyar proyectos. Su objetivo principal es representar edificios con información en la base de datos e integrar los principios contenidos en el proyecto.	-Flujo de información -Inteligencia artificial -Ingeniería digital	-Programación -Diseño conceptual -Diseño de detalles -Análisis -Documentación	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE	Diseño de proyectos de edificación.	Proyecto: Acorde al RNE (2021) define proyecto como un conjunto de actividades encaminadas a la materialización de una idea que permita la ejecución de una obra de restauración y/o construcción urbana. Construcción: Según el RNE (2021) nos dice que el proceso de construcción de obra permanente en un inmueble, que tiene por objeto dar cobijo al desarrollo de las actividades de las personas. Incluye fijación y dispositivos complementarios que se le atribuyen.	Acorde a Hernández (2011) afirma que la principal función de la ejecución de proyectos de edificación es de llevar a la realidad física el proyecto virtual el cual está plasmado en una serie de documentos de construcción como, planos, metrados, presupuesto, cronogramas, ACU, especificaciones técnicas, etc.	-Planos de edificación -Metrados -Presupuesto de obra	-Tiempo de trabajo -Costo de trabajo -Interferencias entre especialidades	Razón

Anexo 4: Base de Datos

BASE DE DATOS					
N° de Obs.	INDICADOR 1		INDICADOR 2		INDICADOR 3
	Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test	Pos-test
1	3.00	1.05	25.50	171.92	590
2	3.00	2.35	25.50	384.77	1338
3	4.67	1.47	39.67	240.14	1778
4	20.00	0.72	170.00	117.34	446
5	4.00	0.52	34.00	84.60	674
6	5.00	1.85	42.50	302.91	99
7	5.00	2.28	42.50	373.86	1556
8	2.50	2.15	21.25	352.03	451
9	4.00	0.72	34.00	117.34	451
10	3.00	2.42	25.50	395.69	465
11	2.00	3.05	17.00	499.39	474
12	4.00	1.58	34.00	259.24	1385
13	4.00	2.15	34.00	352.03	1532
14	1.33	1.38	11.33	226.50	1399
15	39.00	0.75	347.88	122.80	1509
16	3.00	1.32	25.50	235.77	324
17	4.50	2.17	38.25	387.98	338
18	4.50	0.68	38.25	122.36	352
19	2.67	1.70	22.67	304.42	338
20	27.50	2.12	233.75	379.03	343
21	5.00	0.60	42.50	107.44	357
22	7.00	1.92	59.50	343.22	398
23	7.00	1.62	59.50	289.49	941
24	0.50	0.45	4.25	80.58	1137
25	2.50	1.35	21.25	241.74	245
26	3.00	1.50	25.50	268.60	411
27	6.00	2.68	51.00	480.50	75
28	4.00	1.45	34.00	259.65	
29	5.00	2.08	42.50	373.06	
30	6.00	1.80	51.00	322.32	
31	2.75	1.27	23.38	226.82	
32	56.00	0.43	499.52	77.60	
33	4.50	2.38	38.25	390.23	
34	4.50	2.58	38.25	425.56	
35	12.00	0.75	102.00	124.30	
36	5.00	0.93	42.50	155.62	
37	5.00	2.75	42.50	461.27	
38	4.00	2.85	34.00	480.89	
39	4.00	2.20	34.00	373.41	
40	3.50	2.17	29.75	369.92	
41	3.00	1.97	25.50	337.74	
42	3.50	2.02	29.75	348.35	
43	3.50	2.30	29.75	399.59	
44	30.00	0.37	267.60	64.07	

Anexo 5: Ítems de las 44 Observaciones del Primer Indicador

HOJA DE CHECK LIST			
Dimensión:	TIEMPO DE TRABAJO		
Proceso general analizado:	Diseño de proyectos de edificación		
Investigador:	Mónica Elizabeth Pancca Rojo		
N° de Observación	Proyecto	Detalle de Observación	☑
1	Vivienda Multifamiliar de 5 niveles	Plano de arquitectura del primer nivel	<input type="checkbox"/>
2		Plano de arquitectura del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
3		Plano de arquitectura del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
4		Plano de Cortes	<input type="checkbox"/>
5		Plano de elevación (Fachadas)	<input type="checkbox"/>
6		Plano de estructuras del primer nivel	<input type="checkbox"/>
7		Plano de estructuras del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
8		Plano de estructuras del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
9		Plano de instalaciones sanitarias del primer nivel	<input type="checkbox"/>
10		Plano de instalaciones sanitarias del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
11		Plano de instalaciones sanitarias del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
12		Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel	<input type="checkbox"/>
13		Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
14		Plano de instalaciones eléctricas del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
15		Metrados	<input type="checkbox"/>
16	Hotel	Plano de arquitectura del primer nivel	<input type="checkbox"/>
17		Plano de arquitectura del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
18		Plano de arquitectura del tercer nivel	<input type="checkbox"/>
19		Plano de arquitectura del 4to, 5to y 6tonivel y azotea	<input type="checkbox"/>
20		Plano de Cortes	<input type="checkbox"/>
21		Plano de elevación	<input type="checkbox"/>
22		Plano de estructuras del primer nivel	<input type="checkbox"/>
23		Plano de estructuras del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
24		Plano de estructuras del tercer nivel	<input type="checkbox"/>
25		Plano de estructuras del 4to, 5to y 6to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
26		Plano de instalaciones sanitarias del primer nivel	<input type="checkbox"/>
27		Plano de instalaciones sanitarias del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
28		Plano de instalaciones sanitarias del 3er, 4to, 5to y 6to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
29		Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel	<input type="checkbox"/>
30		Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
31		Plano de instalaciones eléctricas del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
32		Metrados	<input type="checkbox"/>
33	Casa de Campo	Plano de arquitectura del primer nivel	<input type="checkbox"/>
34		Plano de arquitectura del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
35		Plano de Cortes	<input type="checkbox"/>
36		Plano de elevación	<input type="checkbox"/>
37		Plano de estructuras del primer nivel	<input type="checkbox"/>
38		Plano de estructuras del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
39		Plano de estructuras de techos	<input type="checkbox"/>
40		Plano de instalaciones sanitarias del primer nivel	<input type="checkbox"/>
41		Plano de instalaciones sanitarias del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
42		Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel	<input type="checkbox"/>
43		Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
44		Metrados	<input type="checkbox"/>

Anexo 6: Ítems de las 44 Observaciones del Segundo Indicador

HOJA DE CHECK LIST			
Dimensión:	COSTO DE TRABAJO		
Proceso general analizado:	Diseño de proyectos de edificación		
Investigador:	Mónica Elizabeth Pancca Rojo		
N° de Observación	Proyecto	Detalle de Observación	<input checked="" type="checkbox"/>
1	Vivienda Multifamiliar de 5 niveles	Plano de arquitectura del primer nivel	<input type="checkbox"/>
2		Plano de arquitectura del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
3		Plano de arquitectura del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
4		Plano de Cortes	<input type="checkbox"/>
5		Plano de elevación	<input type="checkbox"/>
6		Plano de estructuras del primer nivel	<input type="checkbox"/>
7		Plano de estructuras del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
8		Plano de estructuras del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
9		Plano de instalaciones sanitarias del primer nivel	<input type="checkbox"/>
10		Plano de instalaciones sanitarias del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
11		Plano de instalaciones sanitarias del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
12		Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel	<input type="checkbox"/>
13		Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
14		Plano de instalaciones eléctricas del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
15		Metrados	<input type="checkbox"/>
16	Hotel	Plano de arquitectura del primer nivel	<input type="checkbox"/>
17		Plano de arquitectura del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
18		Plano de arquitectura del tercer nivel	<input type="checkbox"/>
19		Plano de arquitectura del 4to, 5to y 6tonivel y azotea	<input type="checkbox"/>
20		Plano de Cortes	<input type="checkbox"/>
21		Plano de elevación	<input type="checkbox"/>
22		Plano de estructuras del primer nivel	<input type="checkbox"/>
23		Plano de estructuras del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
24		Plano de estructuras del tercer nivel	<input type="checkbox"/>
25		Plano de estructuras del 3e 4to, 5to y 6to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
26		Plano de instalaciones sanitarias del primer nivel	<input type="checkbox"/>
27		Plano de instalaciones sanitarias del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
28		Plano de instalaciones sanitarias del 3er, 4to, 5to y 6to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
29		Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel	<input type="checkbox"/>
30		Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
31		Plano de instalaciones eléctricas del 3er, 4to y 5to nivel y azotea	<input type="checkbox"/>
32		Metrados	<input type="checkbox"/>
33	Casa de Campo	Plano de arquitectura del primer nivel	<input type="checkbox"/>
34		Plano de arquitectura del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
35		Plano de Cortes	<input type="checkbox"/>
36		Plano de elevación	<input type="checkbox"/>
37		Plano de estructuras del primer nivel	<input type="checkbox"/>
38		Plano de estructuras del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
39		Plano de estructuras de techos	<input type="checkbox"/>
40		Plano de instalaciones sanitarias del primer nivel	<input type="checkbox"/>
41		Plano de instalaciones sanitarias del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
42		Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel	<input type="checkbox"/>
43		Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel	<input type="checkbox"/>
44		Metrados	<input type="checkbox"/>

Anexo 7: Ítems de las 27 Observaciones del Segundo Indicador

HOJA DE CHECK LIST			
Dimensión:	INTERFERENCIAS DETECTADAS ENTRE ESPECIALIDADES		
Proceso general analizado:	Diseño de proyectos de edificación		
Investigador:	Mónica Elizabeth Pancca Rojo		
N° de Observación	Proyecto	Detalle de Observación	<input checked="" type="checkbox"/>
1	Vivienda Multifamiliar de 5 niveles	Modelo de Estructuras vs Modelo de Arquitectura	<input checked="" type="checkbox"/>
2		Modelo de Estructuras vs Modelo de Instalaciones Sanitarias	<input checked="" type="checkbox"/>
3		Modelo de Estructuras vs Modelo de Instalaciones Eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>
4		Modelo de Arquitectura vs Modelo de Instalaciones Sanitarias	<input checked="" type="checkbox"/>
5		Modelo de Arquitectura vs Modelo de Instalaciones Eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>
6		Modelo de Instalaciones Sanitarias vs Modelo de Instalaciones Eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Hotel	Modelo de Arquitectura vs Modelo de Estructuras	<input checked="" type="checkbox"/>
8		Modelo de Arquitectura vs Modelo de I.E. Luminarias	<input checked="" type="checkbox"/>
9		Modelo de Arquitectura vs Modelo de I.E. Tomacorrientes	<input checked="" type="checkbox"/>
10		Modelo de Arquitectura vs Modelo de I.S. Agua Potable	<input checked="" type="checkbox"/>
11		Modelo de Arquitectura vs Modelo de I.S. Agua Servida	<input checked="" type="checkbox"/>
12		Modelo de Estructuras vs Modelo de I.E. Luminarias	<input checked="" type="checkbox"/>
13		Modelo de Estructuras vs Modelo de I.E. Tomacorrientes	<input checked="" type="checkbox"/>
14		Modelo de Estructuras vs Modelo de I.S. Agua Potable	<input checked="" type="checkbox"/>
15		Modelo de Estructuras vs Modelo de I.S. Agua Servida	<input checked="" type="checkbox"/>
16		Modelo de I.E. Luminarias vs Modelo de I.E. Tomacorrientes	<input checked="" type="checkbox"/>
17		Modelo de I.E. Luminarias vs Modelo de I.S. Agua Potable	<input checked="" type="checkbox"/>
18		Modelo de I.E. Luminarias vs Modelo de I.S. Agua Servida	<input checked="" type="checkbox"/>
19		Modelo de I.E. Tomacorrientes vs Modelo de I.S. Agua Potable	<input checked="" type="checkbox"/>
20		Modelo de I.E. Tomacorrientes vs Modelo de I.S. Agua Servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
21		Modelo de I.S. Agua Potable vs Modelo de I.S. Agua Servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
22	Casa de Campo	Modelo de Estructuras vs Modelo de Arquitectura	<input checked="" type="checkbox"/>
23		Modelo de Estructuras vs Modelo de Instalaciones Sanitarias	<input checked="" type="checkbox"/>
24		Modelo de Estructuras vs Modelo de Instalaciones Eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>
25		Modelo de Arquitectura vs Modelo de Instalaciones Sanitarias	<input checked="" type="checkbox"/>
26		Modelo de Arquitectura vs Modelo de Instalaciones Eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>
27	Modelo de Instalaciones Sanitarias vs Modelo de Instalaciones Eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>	

Anexo 8: Cálculo del Tamaño de la Muestra

Cómo calcular el tamaño de muestra
para una **población finita**

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

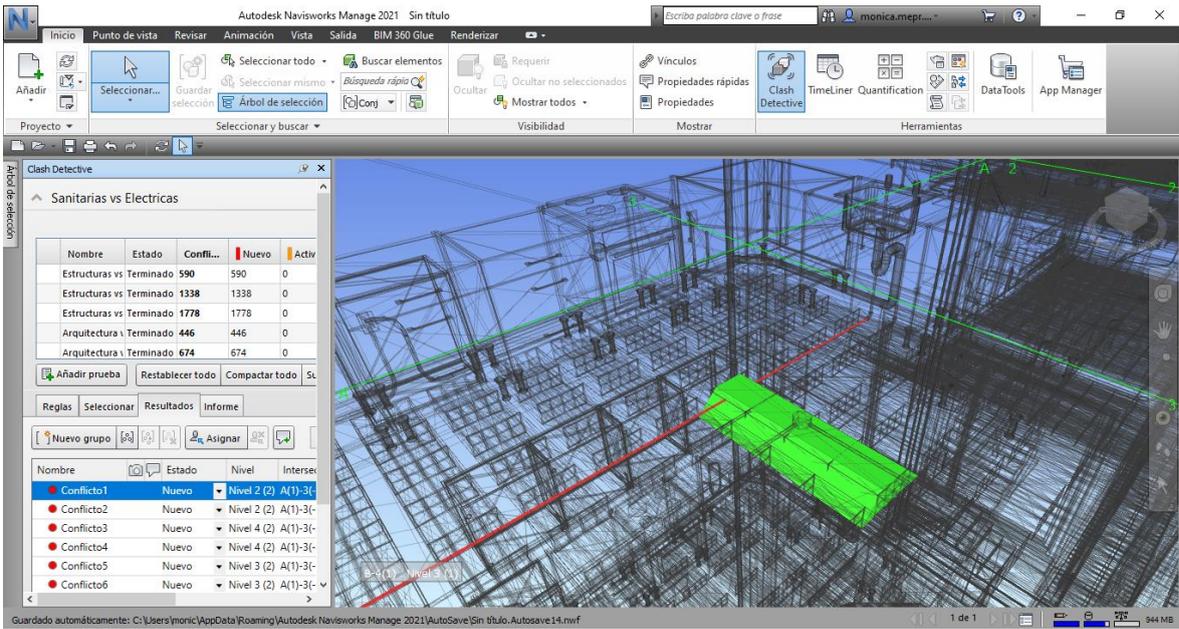
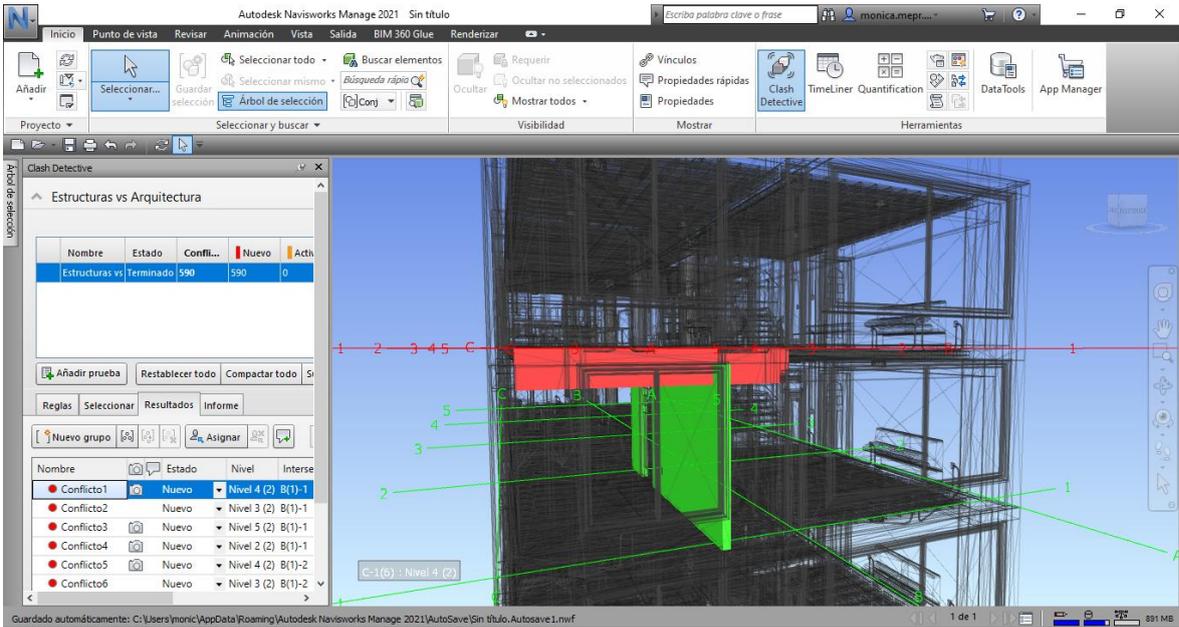
90%	1.645
91%	1.663
92%	1.681
93%	1.699
94%	1.71
95%	1.96
96%	2.06
97%	2.08
98%	2.101
99%	2.575

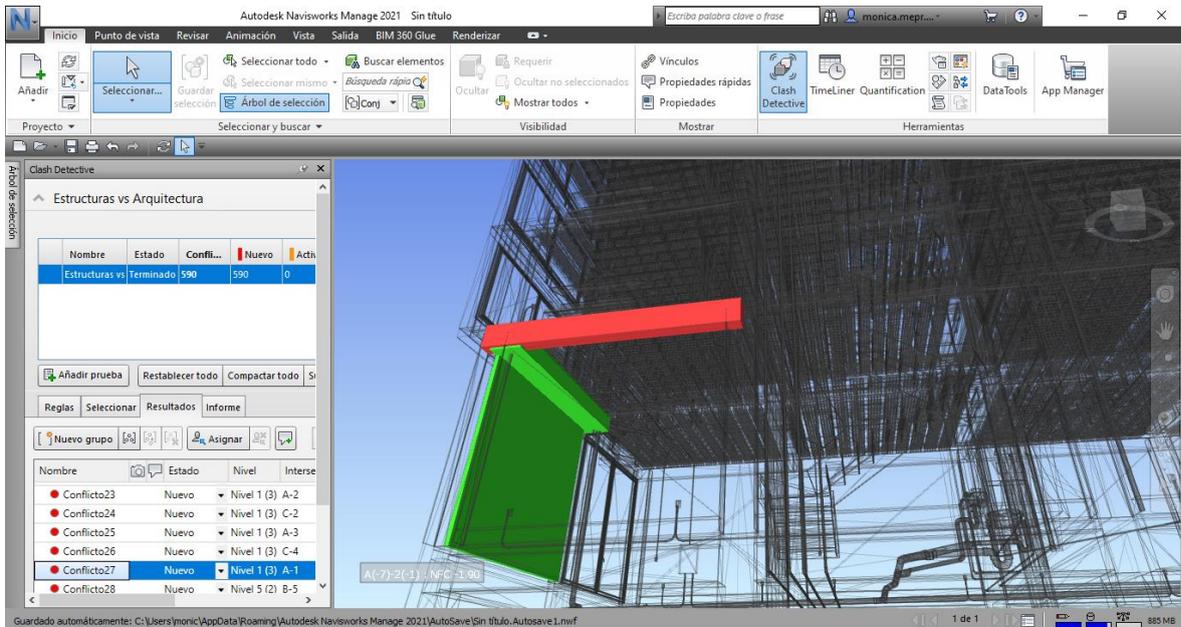
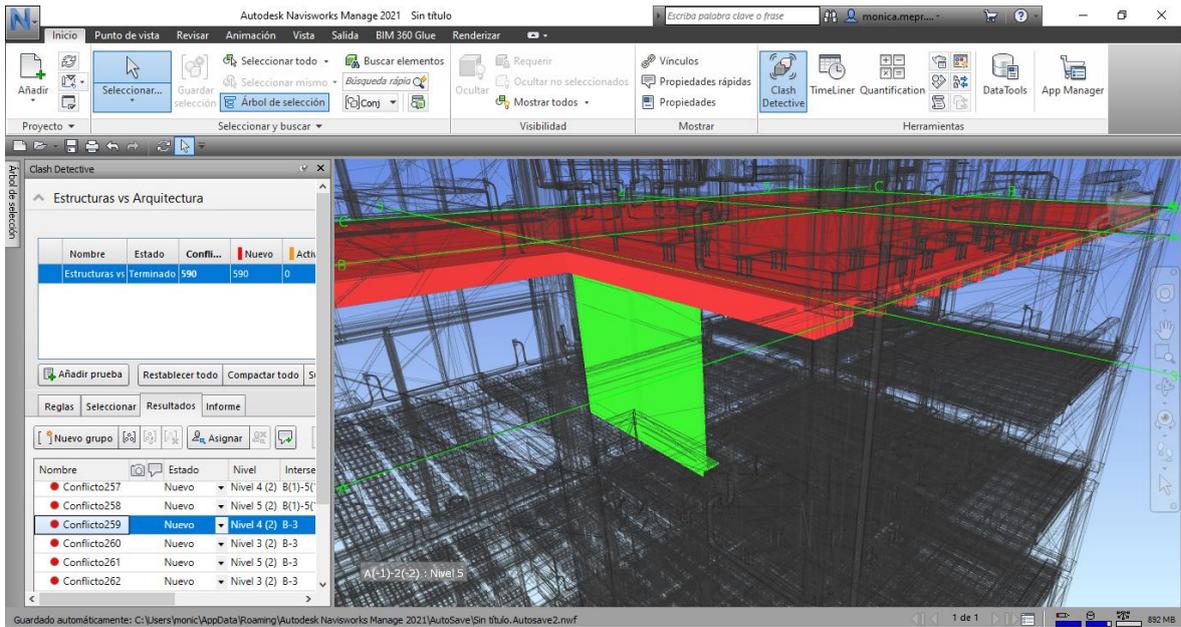
N	50	30
Z	1.96	1.96
p	0.5	0.5
q	0.5	0.5
e	0.05	0.05
n	44	27

Anexo 9: Histogramas de Comportamiento de los Indicadores



Anexo 10: Capturas de Pantalla de Interferencias Detectadas





Anexo 11: Resolución Jefatural



RJ. N° 1955-2022-UCV-VA-EPG-F05L01/J-INT

RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 1955-2022-UCV-VA-EPG-F05L01/J-INT

Lima, 10 de junio de 2022

VISTO:

El proyecto de investigación denominado: **La metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, Juliaca - 2022**; presentado por el (la) Br. **Pancca Rojo Monica Elizabeth** con código de estudiante N° **7002678316** del programa de Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la Construcción – grupo **A2**; y

CONSIDERANDO:

Que, la normativa de la Universidad César Vallejo, señala que el estudiante deberá presentar un proyecto de investigación para su aprobación y posterior sustentación con fines de graduación;

Que, el proyecto mencionado cuenta con opinión favorable del docente de la experiencia curricular de “Diseño y Desarrollo del Trabajo de Investigación” **Baquedano Cabrera Luis Clemente**.

Que, es política de la Universidad velar por el adecuado manejo administrativo de los documentos para cumplir las políticas internas de gestión;

Que, el (la) Jefe (a) de la Unidad de Posgrado, en uso de sus facultades y atribuciones;

RESUELVE:

Art. 1°.- APROBAR, el Proyecto de Investigación denominado: **La metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, Juliaca - 2022**, presentado por el (la) Br. **Pancca Rojo Monica Elizabeth** con código de estudiante N° **7002678316**.

Art. 2°.- DESIGNAR, al docente de la experiencia curricular de “Diseño y Desarrollo del Trabajo de Investigación” **Baquedano Cabrera Luis Clemente** como asesor(a) del proyecto de investigación mencionado en el artículo 1°.

Art. 3°.- PRECISAR, que el (la) autor (a) del proyecto de investigación deberá desarrollarlo en el semestre en curso y excepcionalmente hasta el semestre siguiente.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Estrella A. Esquiagola Aranda
Jefa
Escuela de Posgrado UCV
Filial Lima Campus Los Olivos

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BAQUEDANO CABRERA LUIS CLEMENTE, 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 Completa titulada: "LA METODOLOGÍA BIM EN EL DISEÑO DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, JULIACA - 2022", cuyo autor es PANCCA ROJO MONICA ELIZABETH, 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 Completa 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, 06 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BAQUEDANO CABRERA LUIS CLEMENTE DNI: 17843413 ORCID 0000-0002 -3890-0640	Firmado digitalmente por: BBAQUEDANOCA el 09-08-2022 20:45:36

Código documento Trilce: TRI - 0395910