

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS:

“Influencia de la metodología Building Information Modeling en formulación del Expediente Técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac-Abancay, 2021”

Presentado por:

Bach. JOSE MANUEL MARCA HUAMÁN

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Abancay – Apurímac – Perú

2023

Tesis

“Influencia de la metodología Building Information Modeling en formulación del Expediente Técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac-Abancay, 2021”

Línea de investigación:

Gestión de infraestructura para el Desarrollo Sostenible

Asesor:

Ing. Edilberto Galvez Barrientos



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“INFLUENCIA DE LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING EN FORMULACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCIÓN DEL EMPLEO DE APURÍMAC-ABANCAY, 2021”

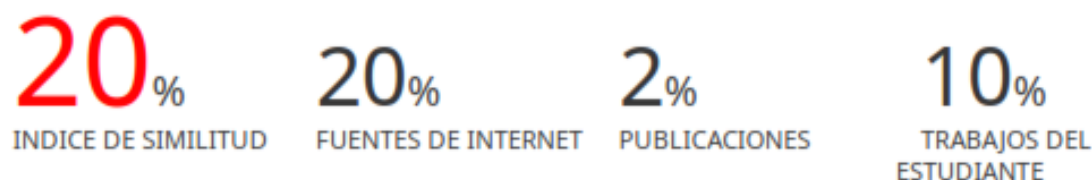
Presentado por el Bach. **JOSE MANUEL MARCA HUAMÁN** para optar el título de **INGENIERO CIVIL.**

Sustentado y aprobado el 06 de octubre del 2023, ante el jurado:

Presidente: Ph.D Abbon Alex, Vásques Ramirez
Primer miembro: Ing. Mauro Samuel, Altamirano Camacho
Segundo miembro: Mg. Eliana, Ortega Menzala
Asesor: Ing. Edilberto, Gálvez Barrientos

Influencia de la metodología Building Information Modeling en formulación del Expediente Técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac-Abancay, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	app.regionapurimac.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	1%

tauja.ujaen.es

DEDICATORIA

A mi querida madre, por darme la vida, la luz y la esperanza de un nuevo día, que asumió también la labor paternal con honradez y sacrificio.

A mis tíos, Mamico y Papico, quienes han colaborado en mi formación personal y profesional, su amor, cariño y valores se ven reflejadas en mí, desde mi primera beca universitaria hasta la última de pregrado; siempre apoyándome.

A mis familiares, por el aprecio y respeto que tienen hacia mi persona, quienes me han dado razones para seguir creciendo e incentivándome.

A mis amigos, por darme una casa más fuera de la mía y por alcanzarme el plato de comida que un día necesité, en Brasil, Paraguay y Argentina, así como en Tacna, Lima, Cusco y Ayacucho.

A mi asesor el ingeniero Edilberto Gálvez, quien desde el primer día insistió y me inspiró en seguir por el camino de la investigación en gestión de la construcción, así también a quien estuvo guiándome en la asesoría desde Brasil, mi apreciado amigo Orlando Bastidas.

AGRADECIMIENTO

A mi madre Carmela, quien sola ha formado cuatro hijos quienes han sabido superar muchas adversidades desde la niñez hasta la juventud, en su travesía por Cusco, Tacna, Lima, Matogrosso do Sul, Foz de Iguazú y São Paulo en Brasil, gracias, madre mía.

Agradezco a aquellos que han sido pacientes conmigo y me han apoyado en momentos en los que mi mal genio se ha manifestado, especialmente cuando estoy enfocado en lograr algo, mis hermanos Gheison y Reynaldo.

A mis amigos, quienes supieron comprenderme y cobijar en sus casas cuando más lo necesité, los mismos que han compartido mis penas y glorias, a quienes de todo corazón les deseo los mayores éxitos del mundo.

A mi asesor, quien ha hecho de este estudiante un apasionado por la ingeniería civil en el pregrado, de la misma manera, al ingeniero Hugo Acosta Valer por haberme compartido sus apuntes de estudiante en mi formación profesional, así también al ingeniero Camilo Trillo Carbajal quien me ha sabido dar la mano cuando más lo necesité en el proceso de redacción de esta investigación, mil gracias a ellos.

A mi universidad, por darme la oportunidad de representarla en todos los lugares a los que fui becado, por darme las herramientas necesarias en mi formación, a través de la oficina de intercambio a cargo del CPC Eusebio Mamani Cárdenas, que ha descubierto talentos; los que ahora brillan con luz propia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
POSTPORTADA	ii
PÁGINA DE JURADO	iii
REPORTE DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ACRÓNIMOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Identificación y formulación del problema	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos:	4
1.3. Justificación de la investigación	4
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos:	6
1.5. Delimitación de la investigación	7
1.5.1. Espacial.....	7
1.5.2. Temporal	7
1.5.3. Social	7
1.5.4. Conceptual	7
1.6. Viabilidad de la investigación	8
1.7. Limitaciones de la investigación.....	8
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes de investigación.....	10
2.1.1 A nivel internacional	10

2.1.2	A nivel nacional	14
2.1.3	A nivel regional y local.....	18
2.2	Bases teóricas.....	19
2.3	Marco conceptual	20
CAPÍTULO III	.....	23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	.....	23
3.1	Hipótesis.....	23
3.1.1.	Hipótesis general	23
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	23
3.2	Método	24
3.3	Tipo de investigación.....	24
3.4	Nivel o alcance de investigación	24
3.5	Diseño de la investigación.....	25
3.6	Operacionalización de variables.....	26
3.7	Población, muestra y muestreo	27
3.8	Técnica e instrumentos	28
3.9	Consideraciones éticas	28
3.10	Procesamiento estadístico	29
CAPÍTULO IV	.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.....	30
4.1.	Resultados	30
4.2.	Discusión de resultados	50
CONCLUSIONES	.....	51
RECOMENDACIONES	.....	52
ANEXOS	.....	61
Anexo 1:	Licencia de Software Revit.....	62
Anexo 2:	Licencia de Software Trimble Connect.....	62
Anexo 3:	Reporte de gestión de interferencias e incompatibilidades.	63
Anexo 4:	Técnicas e instrumentos	68
Anexo 5:	Plan de Ejecución BIM	76
Anexo 6:	Cronograma de obra	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.	26
Tabla 2. Cantidad de partidas por disciplina	27
Tabla 3. Comparativo de partidas con alteración de metrado de proyecto en general.	30
Tabla 4. Comparativo de partidas con alteración de metrado de la especialidad estructuras.....	31
Tabla 5. Comparativo de partidas con alteración de metrado de la especialidad arquitectura	32
Tabla 6. Comparativo de partidas con alteración de metrado de especialidad instalaciones sanitarias.	33
Tabla 7. Comparativo de partidas con alteración de metrado de la especialidad instalaciones eléctricas	35
Tabla 8. Comparativo de partidas con alteración de metrado de especialidad Instalaciones Especiales, Comunicación y Mecánica	36
Tabla 9. Alteración del costo total del proyecto.....	38
Tabla 10. Alteración del costo de la especialidad estructuras.....	39
Tabla 11. Alteración del costo de la especialidad arquitectura	40
Tabla 12. Alteración del costo de la especialidad instalaciones sanitarias	42
Tabla 13. Alteración del costo de la especialidad instalaciones eléctricas	43
Tabla 14. Alteración del costo de la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas.....	44
Tabla 15. Variación de tiempo total de obra.....	46
Tabla 16. Interferencias detectadas en la totalidad del proyecto	47
Tabla 17. Interferencias detectadas en las especialidades.....	47
Tabla 18. Matriz de consistencia de informe de tesis	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Total de partidas del proyecto con variación de metrado.	30
Figura 2. Total de partidas del proyecto con variación de metrado (%).....	31
Figura 3. Partidas con alteración de metrado en la especialidad estructuras.....	31
Figura 4. Partidas con alteración de metrado en la especialidad estructuras (%)	32
Figura 5. Partidas con alteración de metrado en la especialidad arquitectura ...	32
Figura 6. Partidas con alteración de metrado en la especialidad arquitectura (%)	33
Figura 7. Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones sanitarias.....	34
Figura 8. Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones sanitarias (%)	34
Figura 9. Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones eléctricas	35
Figura 10. Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones eléctricas (%).....	35
Figura 11. Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánica	36
Figura 12. Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánica (%).....	37
Figura 13. Alteración del costo total del proyecto (S/)	38
Figura 14. Alteración del costo total del proyecto (%)	38
Figura 15. Alteración del costo de la especialidad estructuras (S/)	39
Figura 16. Alteración del costo de la especialidad estructuras (%)	40
Figura 17. Alteración del costo de la especialidad arquitectura (S/)	41
Figura 18. Alteración del costo de la especialidad arquitectura (%)	41
Figura 19. Alteración del costo de la especialidad instalaciones sanitarias (S/).	42

Figura 20. Alteración del costo de la especialidad instalaciones sanitarias (%)	42
Figura 21. Alteración del costo de especialidad instalaciones eléctricas (S/)	43
Figura 22. Alteración del costo de la especialidad instalaciones eléctricas (%)	43
Figura 23. Alteración del costo de la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas (S/)	44
Figura 24. Alteración del costo de especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas (%)	45
Figura 25. Cuadro de reporte de interferencias y consultas	47
Figura 26. Total de interferencias por especialidades	48
Figura 27. Alteración del costo de especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas (%)	48

ACRÓNIMOS

BIM.- Building Information Modeling

MEF.- Ministerio de Economía y Finanzas.

ICE.- Integrated Concurrent Engineering.

OSCE.- Organismo Supervisor de Contrataciones con el Estado.

PRONIED.- Programa Nacional de Infraestructura Educativa

RESUMEN

La metodología BIM es la construcción de un modelo virtual con información digital y compartida, donde se exhiben aspectos físicos y funcionales de un determinado proyecto, contiene parámetros gráficos como no gráficos, una determinada base de datos con una interfaz gráfica en tres dimensiones. En ese sentido el objetivo del proyecto fue determinar en qué medida la metodología BIM, influyo en el expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de servicios de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021”. La metodología de investigación es de tipo aplicada con diseño no experimental por llevar una correlación entre sus variables con hipótesis deductiva de corte transeccional considerando toda la población como muestra de estudio, para desarrollar tal propuesta se construyó un modelo de información; siguiendo estrictamente la “ISO 19650” como resultados se obtuvieron, que el 61.50% de 1187 de partidas fueron modificadas por las nuevas cuantificaciones, además se solucionaron 51 interferencias en la etapa de construcción del modelo, los costos tuvieron un incremento de 86,746.52 soles lo que representa un 2.15% del costo total del proyecto, así mismo, se halló una disminución en el plazo de ejecución de 52 días respecto al expediente técnico generado con métodos tradicionales, lo que muestran una mejora en transparencia de la información para la construcción, logrando así un efecto significativo positivo en la aplicación de la metodología BIM.

Palabras clave: metodología BIM, costo, tiempo, implementación y proyecto de construcción.

ABSTRACT

The BIM model is the construction of a virtual model with digital and shared information, where physical and functional aspects of a given project are displayed, containing graphic and non-graphic parameters, a specific database with a graphical interface in three dimensions. In this sense, the objective of the project was to determine to what extent the BIM methodology influences the technical file of the project for the improvement of services of the Regional Directorate of Labor and Employment Promotion of Apurimac - Abancay, 2021. The research methodology is of applied type with non-experimental design for carrying a correlation between its variables with deductive hypothesis of transectional cut considering the whole population as a study sample, to develop such proposal an information model was built; strictly following the "ISO 19650" as results, 61.50%, 730 of 1187 items were modified by the new quantifications, in addition there were 51 interferences solved in the construction stage of the model, the costs had an increase of 86,746.52 soles which represents 2.15% of the total cost of the project, likewise, it was found a decrease in the execution time of 52 days with respect to the technical file, which show an improvement in transparency of information for construction, thus achieving a positive effect in the application of BIM methodology.

Key words: BIM methodology, cost, time, implementation and construction project.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, se ha visualizado un incremento en el sector de construcción demostrando el desarrollo de la región. Para ello, mediante los decretos N° 237-2019-EF y N° 238-2019-EF, el estado da prioridad a la planificación y creación del desarrollo de infraestructuras que le permitan ser productivos y competitivos.

Estos decretos permiten que se implementen las medidas adecuadas para la mejora de la calidad, reducción de pérdidas económicas y de tiempos durante el proceso de construcción, prevención de desgaste en el equipo técnico y la reducción de las brechas entre la etapa del diseño y de construcción de un proyecto.

En tal sentido, es necesario destacar el objetivo de este proyecto, el cual consiste en lograr identificar como el reemplazar la metodología tradicional por la tecnología BIM influye en el expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de servicios de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021”.

Este trabajo de investigación se encuentra desarrollado en cinco capítulos, como se detalla, Capítulo I, se expone la realidad problemática, hablando del planteamiento del problema, justificación y delimitación de la investigación, la viabilidad y sus limitaciones. El capítulo II, nos da a conocer el marco teórico en el que se encuentra esta investigación, mencionando los antecedentes, bases teóricas y el marco conceptual correspondiente. El capítulo III desarrolla la metodología de la investigación haciendo mención de las hipótesis, método, tipo de investigación, nivel, diseño, operacionalización de variables, población, muestra y muestreo, técnicas e instrumentos, consideraciones éticas y procedimiento

estadístico. Por último, el capítulo IV, análisis y discusión, se exponen los resultados, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1.1. Descripción de la realidad problemática

A lo largo de la historia, la industria de la construcción ha experimentado una evolución constante en sus métodos de trabajo, lo que se evidencia a través del paso de la utilización de herramientas rudimentarias a la implementación de técnicas modernas, las cuales apuntan a dar soluciones a las necesidades de cada diseño. Sin embargo, el uso inadecuado de estas tecnologías puede traer consecuencias negativas en las diferentes etapas durante el desarrollo de un proyecto.

Uno de los problemas más comunes en el ámbito de la ingeniería civil, sobre todo en el sector construcción, es la presentación inadecuada de información en los documentos clave, como, por ejemplo: memorias descriptivas, planos y mapas. Esto genera retrasos en la ejecución de los trabajos, lo que conlleva a un sobre costo en las diferentes partidas de los proyectos.

A nivel internacional en estudio realizado por Martínez (2015) en España sobre las repercusiones del BIM (Building Information Modeling) ha indicado que, en la Empresa Thom Mayne, Talley Associates, Balfour Beatty Construction ubicada en Texas – Estados Unidos, existían retrasos en las construcciones debido

a los ajustes in situ, eso porque los proyectos de construcción no se encontraban formulados adecuadamente.

En otras regiones de España como Valencia, se determinó el efecto que conlleva la incorporación de las herramientas BIM en el control del proyecto y construcción arquitectónica en la etapa de obtención de los proyectos, y se notó que la información está dispersa debido a que no hay comunicación fluida entre los especialistas, lo que provoca la fragmentación de los datos, eso hace que no exista una coordinación simultánea y consecutiva de las modificaciones e interferencias que causan entre todos los profesionales que participan en el proyecto de Piles (2016).

En Latinoamérica, precisamente en Chile se tienen muchos problemas en la formulación de expedientes técnicos, así comenta en su investigación Trejo (2018) en la forma de trabajo tradicional de planificación y control trabajan de manera individual las áreas de alcance, costo, tiempo, calidad, recursos humanos, entre otros, haciendo énfasis también en la poca integración de los involucrados. Otra investigación hecha por Vergara (2017) hace referencia los desafíos que afrontan los proyectos de construcción los cuales son: una programación ajustada y con gran porcentaje de incertidumbre adicionándole a ello incompatibilidades de sus especialidades que influyen en la realización de las construcciones.

En el ámbito local, uno de los problemas más representativos que afecta la ejecución de proyectos en el Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED) son los defectos en la formulación e incompatibilidades en los expedientes técnicos según (León et al., 2019) lo cual causa entre otros: adicionales de obra, errores en los metrados y falta de claridad en los planos, lo

que conduce a retrasos en la culminación del proyecto, sobrecostos y descontento en la población beneficiaria.

Así mismo el PRONIED identificó 340 obras, lo que equivale al 39,0% de las obras paralizadas. Estas paralizaciones se deben principalmente a "deficiencias técnicas" en la preparación de los expedientes técnicos.

Para abordar estos desafíos mediante el fomento de un entorno colaborativo que facilite el intercambio de información entre especialistas del proyecto, la toma de decisiones acertadas y oportunas; y lograr el seguimiento y control permanente del proyecto a través del involucramiento de las partes interesadas, la minimización de gastos y tiempos de ejecución, así como el garantizar la calidad del servicio se propone la tesis "Influencia de la metodología Building Information Modeling en formulación del Expediente Técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac-Abancay, 2021".

1.2. Identificación y formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿La metodología Building Information Modeling influye en formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?

1.2.2. Problemas específicos:

1. ¿La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto técnico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?
2. ¿La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto económico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?
3. ¿Las características físicas del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?
4. ¿Las características funcionales del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?

1.3. Justificación de la investigación

A lo largo de la historia de la construcción se han ido desarrollando procesos que ayuden a la eficiencia de la formulación de expedientes técnicos, así como su calidad. En ese sentido se desarrolla la metodología BIM la cual está generando un gran impacto en la inversión privada y pública aplicándose en todo el mundo y en todos los niveles en los proyectos. En la actualidad existen normativas que

promueven su inserción en el país, para lograr así proyectos que alcancen sus objetivos.

Esta metodología presenta un conjunto de procedimientos de trabajo colaborativo fundamentados en estándares internacionales, herramientas y tecnologías con el propósito de conseguir un modelo de representación digital con datos de información al detalle y desarrollo físico en un entorno de intercambio de información constante y a través de este lograr estudios definitivos que sean producto de una coordinación eficiente, con información transparente y optimizando tiempo para el bien de la entidad logrando así expedientes técnicos de calidad.

Del mismo modo Atencio Rojas (2019), afirma que hubo mejora en la obtención de los metrados, costo y duración de la actividades, optimizandose así el proyecto que se evaluó en su estudio.

La presente tesis se desarrolla con el fin de mejorar la calidad de los expedientes técnicos de obra en las entidades públicas de la región Apurímac y a la vez que sirva de guía para los proyectistas, coordinadores, asistentes y demás funcionarios dentro de esta institución de tal manera que puedan encontrar en este estudio, un conjunto de alternativas para los desafíos más frecuentes que surgen en la obtención de estos.

Este es un proyecto novedoso que ha tenido impactos positivos en las regiones aplicadas, estimando su grado de aceptación y trascendencia en este trabajo, además aportará a las entidades del gobierno dentro de la administración pública logrando que todos los involucrados que se ha mencionado sean los beneficiarios y directamente los coterráneos de nuestra región de modo tal que se tendrá información más transparente de los proyectos civiles que se van a ejecutar.

Una de las razones que impulsa este proyecto de investigación es que dará respuesta a la problemática generada por la falta de transparencia en la ejecución de proyectos civiles, disminuyendo la cantidad de obras mal concebidas, donde se aprecia incompatibilidad de los planos, interferencias de disciplinas, las mismas que se presentan en el Perú, y sobre todo en nuestra región de Apurímac.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar como la metodología Building Information Modeling influye en formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Identificar como la metodología Building Information Modeling influye en el aspecto técnico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.
2. Explicar como la metodología Building Information Modeling influye en el aspecto económico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.
3. Identificar la influencia de las características físicas del modelo Building Information Modeling en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.
4. Identificar la influencia de las características funcionales del modelo Building Information Modeling en la formulación del expediente técnico

de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Espacial

Esta investigación se llevó a cabo en el pasaje Kennedy del distrito y provincia de Abancay, departamento de Apurímac con coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), Datum WGS 84, zona 18S, E: 8491724.627, N:730043.205.

1.5.2. Temporal

El estudio se desarrolló desde el mes de febrero de 2022 a octubre de 2022, tal como se detalla a continuación:

- Construcción del Modelo BIM, desde el 01 de marzo de 2022 al 30 de setiembre de 2022.
- Evaluación del impacto de la metodología BIM, desde el 01 de octubre al 15 de noviembre del 2022.

1.5.3. Social

Esta investigación beneficiará a los proyectistas de inversión de las entidades privadas, a los constructores, y personal encargado de la gestión de expedientes técnicos para que puedan aplicarlo en los futuros proyectos a formular.

1.5.4. Conceptual

El trabajo desarrollado se fundamentó en dos conceptos fundamentales, los mismos que se detallan a continuación: Building Information Modeling (BIM) o Modelo de Información de Edificios definido según la National Institution of Buildings

Sciencias (NIBS) como la representación digital de las características físicas y funcionales de un edificio que, utilizando estándares abiertos, pretende facilitar la toma de decisiones sobre el mismo no solo durante su diseño y construcción sino durante toda su vida útil.

El expediente técnico de obras es el conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra. Comprende este, memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución, metrados, presupuesto obra, valor referencia, fecha del presupuesto, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado y formulas polinómicas (expediente técnico, OSCE).

1.6. Viabilidad de la investigación

La investigación es viable porque se tiene la autorización de la Subgerencia de Obras del Gobierno Regional de Apurímac; además, es factible económica y técnica porque se trató de un trabajo documental práctico, y los gastos se pudieron cubrir por el investigador. Es viable socialmente porque no viola ninguna norma ética o moral, ni repercute en la sociedad sino todo lo contrario.

1.7. Limitaciones de la investigación

Hasta el momento no hay estudios acerca de la implementación de la metodología BIM en proyectos para la provincia de Abancay, región Apurímac, por ello las referencias bibliográficas utilizadas para este trabajo fueron obtenidas de investigaciones nacionales e internacionales.

Los conceptos teóricos son muy importantes, los mismos que por ser una metodología que recién se está aplicando en los gobiernos latinoamericanos de

habla hispana requieren una traducción exhaustiva de estos que se encuentran en gran cantidad en inglés, donde la mayoría de las páginas están con restricciones para su descarga hace más dificultoso la obtención de información.

Durante el desarrollo del proyecto, se encontraba el auge pandémico Covid-19, el cual limitó el acceso a información documental física y contactos con personas claves que sumarían datos relevantes al proyecto; sin embargo, se usaron todos los recursos necesarios para lograr el objetivo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 A nivel internacional

Trejo (2018) en su trabajo final de grado para optar el título de ingeniero civil, en la Universidad de Chile, Santiago de Chile, denominado “*Estudio del impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*”. El objetivo general fue analizar los eventuales cambios en los procesos de planificación y control de alcance, tiempo, costo y calidad en proyectos de ingeniería y construcción con el uso de la metodología BIM en ellos, así el autor concluye:

Se logró identificar los componentes más importantes de los procesos de planificación, alcance, tiempo, costo y calidad que se usan en los proyectos de construcción utilizando prácticas, aspectos y aplicaciones de BIM que son los siguientes:

- Interoperabilidad y colaboración entre las partes.
- Centralización de la información para su gestión.
- Visualización de modelos para exposición.

- Gestión de interferencias.
- Obtención de cantidades y entregables desde el modelo.
- Modelos en donde se puede asociar tiempo y costo (generando así 4D y 5D).

Además, menciona que existen dificultades para la adopción, eso ocurre con el modelo central asociado a cronograma y presupuestos que al ser modificado genera desfases en el archivo trabajado. Esta es una desventaja que será tomada en cuenta en este proyecto de investigación.

Cerón y Llévano (2017) en su trabajo de grado en la Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, titulado *“Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida de un proyecto”*. El objetivo fue diseñar un plan de trabajo bajo la metodología BIM en una compañía del sector de la construcción en la ciudad de Bogotá, utilizando procesos estandarizados y herramientas digitales para mejorar el ciclo de vida de un proyecto.

Se concluye a través de las encuestas y trabajos realizados que la metodología BIM mejora radicalmente la efectividad de los profesionales encargados de los proyectos beneficiándose de cada uno de los procesos optimizados, económicamente.

A través del modelado se pudieron verificar los planos y corregir errores de cuantificación y dibujos; además, detectar interferencias entre las especialidades correspondientes utilizando el software Revit bajo la metodología BIM.

Una investigación realizada en la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, titulado *“Gestión de proyectos de construcción mediante Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD). Análisis y estudios de dos casos en EE.UU.”*. Ogbamwen (2016) El objetivo fue concienciar al lector

los beneficios y limitaciones / complicaciones de implementar Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD) en un proyecto de edificación. El investigador determina lo siguiente:

Estas metodologías optimizan los procesos relacionados a mejorar la productividad y reducir la incertidumbre mediante la gestión de información y coordinación de los participantes, de esta manera se pueden cumplir lo programado reduciendo los tiempos de ejecución y su costo.

La implementación de esta metodología establece pautas organizativas y normas que impulsan la excelencia en las empresas y mejoras en la gestión de proyectos de construcción.

Martínez (2015). En su trabajo final de máster en la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, titulado "*BIM y las repercusiones en la calidad de los procesos constructivos*". El objetivo general fue ofrecer una visión en la gestión de los procesos constructivos, organización y ejecución; determinar los errores y luego ver la influencia de la tecnología BIM y las repercusiones sobre estos. Así el autor concluye:

Los beneficios que trae el BIM se muestran al aplicar los estándares al momento de proyectar. Se obtiene un modelo tridimensional no sólo para tener una visibilidad atractiva del proyecto sino para aprovechar las cualidades de este. Así el autor menciona dos aspectos en relación con los procesos de diseño y a la visualización digital.

Con relación a los procesos de diseño; se obtiene un modelo 3D en donde la información puede estar disponible para las partes, formando un entorno de trabajo colaborativo para la óptima eficiencia en las fases, identificación de

responsabilidades para la mejora en la gestión de la información, utilizando medios tecnológicos para la transparencia y revisión de la información.

Para la visualización digital, nos brinda objetos con mayor detalle e información de aspectos importantes para el proyecto, así mismo, ayuda hallar irregularidades para el proceso de construcción, identificar interferencias entre las especialidades, puede probar aspectos técnicos de rendimiento y capacidad de materiales, así también una programación precisa de todas las fases del proyecto.

Podremos aplicar en esta tesis las bondades mencionadas por este autor en la edificación en estudio, mejorando la gestión en nuestro modelo tridimensional obtenido por el trabajo colaborativo utilizando medios tecnológicos, nivel de información y nivel de detalle correspondiente a un estudio definitivo.

Otro trabajo de grado realizado en la Pontificia Universidad Javeriana por Duarte y Pinilla (2014), Bogotá, Colombia, titulado *“Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia”*. El propósito fue precisar la razón de costo-efectividad de la introducción de la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional en la planificación y supervisión de un proyecto de vivienda en Colombia. El investigador determina lo siguiente:

Se obtuvo una relación costo efectividad 0.6 (menor a 1.0) el que es satisfactorio al utilizar la metodología BIM, debido a que los costos calculados a partir de los procesos de modelación paramétrica se acercan a lo planeado y existe una utilidad que es mayor a los sobre costos, por otra parte en el enfoque tradicional se observó que la relación costo-efectividad es mayor que el 1.0 con un factor de

4.5, en donde se traduce que en los 6 cortes de control de construcción no se cumplió con lo planificado, incidiendo en actividades administrativas, operativas, mayores cantidades, y generando gasto en mano de obra, entre otros aspectos. Duarte y Pinilla (2014)

Por otro lado, las condiciones en las que se llevó a cabo el estudio, siendo primera la implementación de la metodología BIM no se consideró como “sobrecosto” debido a que este es asumido por el proyecto y la segunda se trata de que el personal involucrado ya conoce el proceso correcto de trabajo el cual ya no generaría costos adicionales.

Es de esta manera que, pretendemos dar solución los errores mencionados por los autores y generar productos que en su formulación carezcan de requerimientos de información debido a incompatibilidades que se presenten en la etapa de construcción.

2.1.2 A nivel nacional

Moreno (2019) en su tesis de grado en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú, titulado *“Análisis comparativo entre el modelo virtual de proyectos de construcción Building Information Modeling y el modelo convencional de gestión de proyectos, para obras de concreto armado, en empresas constructoras, Huaraz-2017”*. El objetivo fue determinar ventajas comparativas entre el modelo virtual de proyectos de construcción BIM (Building Information Modeling) y el modelo convencional de gestión de proyectos, que mejoran la conceptualización y control de los proyectos para obras de concreto armado, en empresas constructoras, Huaraz, 2017. Las conclusiones más resaltantes fueron:

- Del proyecto Mejoramiento y ampliación del servicio de Agua potable de los poblados de Pashpa, Huantzapampa, Jiuya, Shinua y Antapluy, Distrito de Taricá – Huaraz – Ancash se encontraron 93 de 110 partidas donde las cantidades de metrado son diferentes debido a los errores de los proyectistas.
- Las ventajas más importantes logradas del modelo BIM frente al convencional son: Mejora la visibilidad de un modelo 2D a uno 3D con información en sus componentes, logrando el entendimiento de todos los involucrados del proyecto; e la etapa de diseño debido a la cuantificación precisa obtenida del modelo se ahorra dinero; Los elementos paramétricos se actualizan respecto a cualquier modificación que se hicieron y debido a la construcción virtual que se genera del modelo virtual se puede identificar sus problemas de interferencia y dar solución anticipadamente.

Martínez (2019) desarrolló un trabajo titulado *“Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación”*. Para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. El propósito fue proponer una metodología para introducir las tecnologías VDC/BIM durante la fase del diseño de proyectos de construcción.

El autor utilizó dos herramientas tecnológicas BIM, Revit y Naviswork enfatizando la compatibilización y operabilidad de estas aplicaciones, donde Revit ayuda a construir un modelo de información y unificar todas las disciplinas en un único modelo y Naviswork facilita la gestión de los datos.

Además, se logró integrar los procesos, técnicas y herramientas en el proceso de implementación con la metodología VDC y coordinaciones mediante reuniones ICE.

Ayay y Laiza, (2020) en el contexto de su estudio de investigación para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, titulado *“Propuesta de implementación de la metodología BIM, en la construcción de un edificio multifamiliar en la empresa CCI Ingenieros del Perú S.R.L. en Cajamarca 2020”*. El propósito consistió en evaluar cómo el presupuesto es afectado con la aplicación de BIM en la etapa de diseño de una edificación de vivienda de la empresa CCI Ingenieros del Perú SRL. Los autores concluyeron que en un porcentaje de 3.60% por debajo del presupuesto calculado de forma tradicional; esto se debe a que, el metrado ha sido obtenido en el programa Revit de un modelo tridimensional paramétrico. Específicamente se tiene un porcentaje menor en un 7.10% en el presupuesto de arquitectura, 4.95% en estructuras, 6.09% en instalaciones sanitarias y 12.8% en instalaciones eléctricas respecto al presupuesto convencional.

Estos investigadores lograron estimar la aplicación de BIM siendo S/ 4,442.41 incluyendo equipos, recursos humanos y permisos de software estando dentro del 10% del costo total del proyecto, el mismo que representa los gastos generales. Es preciso aclarar la variabilidad de este costo mensual en función al tipo de obra, envergadura y otros.

En esta propuesta de investigación se pretende usar estos datos muy importantes para comparar la afectación económica en el factor presupuesto del proyecto en análisis.

Culque (2019) en su proyecto para obtener la titulación de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, titulado *“Nivel de implementación de la metodología BIM en empresas constructoras y consultoras de la ciudad de Cajamarca y plan de implementación”*. La finalidad fue evaluar el grado de adopción de la metodología BIM en emprendimientos de construcción y consultoría en la capital de Cajamarca, logrando concluir que, ninguna empresa adoptó completamente, mientras que un 40% de ellas, aproximadamente 12 ya habían instalado algunos softwares, pero por falta de implementación de estándares, mejora de procesos, políticas y usos BIM, es considerado baja.

Esto es un indicio de que la incorporación del BIM en algunas regiones del Perú no ha sido aplicado adecuadamente lo cual ha generado proyectos elaborados con herramientas BIM que por razones de capacitación o desconocimiento no han sido eficientes debido a que no se cuenta con una guía de elaboración de proyectos con esta metodología.

Villa (2017) en su investigación de grado en la Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, denominado *“Implementación de tecnologías BIM-Revit en los procesos de diseño de proyectos en la empresa consultora JC. Ingenieros S.R.L.”*. la finalidad fue identificar las ventajas de la incorporación de BIM con Revit en la fase de diseño de proyectos de la empresa JC. Ingenieros SRL. El investigador concluye en lo siguiente:

Esta metodología garantiza un trabajo simultáneo e integrado entre los especialistas además de que la figura en 3D ayuda a la visibilidad de los procesos constructivos. También repercutió en el monto viable del proyecto fue de s/761,563.40 el cual al utilizar BIM con Revit fue reducido a s/635,016.49, siendo la

diferencia s/126,636.91 correspondiente al 16.63% del costo total correspondiente a la deficiente cuantificación de materiales, tamaños y áreas de diseño.

2.1.3 A nivel regional y local

El estudio más cercano que se realizó en la región Apurímac es el de Ortiz et al. (2018) donde su objetivo se fundamenta en el aumento de ganancia en proyectos de construcción aplicando la metodología BIM-Lean Construction para empresas medianas las zonas rurales del sur de la nación, logrando reducir 4 meses en la fase diseño, 2 años en la programación y 6 meses en la ejecución física, lo que nos muestra que estas metodologías combinadas generarían grandes ahorros en costo y tiempo.

Estas metodologías han demostrado mejorar los procesos cuando se aplican conjuntamente obteniendo así reducir un 25% el costo respecto a la construcción convencional. Es así como BIM es un componente muy importante en la gestión de proyectos para optimizar procesos y coordinación, las mismas que son muy importantes en este trabajo de investigación.

Así tenemos también el estudio del caso del Centro de Salud de Ttio del distrito de Wanchaq, provincia de Cusco – región Cusco, realizado por (Alvarez et al., 2020), El objetivo fue evaluar los impactos de la aplicación de la metodología BIM en la simulación 4D y 5D, obteniendo en la especialidad de Estructuras una variación de 30% de costo menor que con la metodología tradicional, reducir 35 días la ejecución en la misma especialidad aplicando Lean Construction y BIM, que de acuerdo a la visualización se puede detectar inconvenientes y poder ser mitigados durante el proceso de ejecución, consiguiendo 55 interferencias además de lograr el control en 3D de la ejecución de forma virtual. Es menester mencionar

el área más importante de una institución pública es logística y sus respectivos procesos administrativos del Gobierno Regional del Cusco genera retraso del proyecto por problemas con los proveedores, ya sea por incumplimientos o falta de estos mismos.

2.2 Bases teóricas

- Building Information Modeling (BIM) es una representación digital de los aspectos operativos de un edificio u otra estructura. Según la definición facilitada por el Instituto Nacional de Normas de Edificación, actúa como fuente de conocimiento para comunicar información sobre una instalación, estableciendo una base de datos fiable que puede utilizarse para la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida de un edificio, desde el principio hasta el final.
- Building Information Modeling (BIM) según Eastman (2011) del “BIM Handbook” describe como herramientas, procesos y tecnologías que componen una documentación digital e inteligible en un determinado dispositivo sobre un proyecto de construcción, en su etapa de planeamiento, proceso constructivo y operación y mantenimiento.
- “El expediente técnico de obras es el conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra. Comprende memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución, metrado, presupuesto obra, valor referencia, fecha del presupuesto, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado y formulas polinómicas”, de esta manera es definido por el OSCE en el anexo N°1 de Definiciones del Decreto Supremo N° 344-2018-EF.

- Expediente Técnico es el conjunto de documentos que establecen claramente los tributos requisitos y exigencias del proyecto, junto con sus especificaciones técnicas para llevar a cabo la obra, se compone de varios elementos. Estos incluyen planos detallados de cada especialidad, especificaciones técnicas, memorias descriptivas y, en caso de ser necesario según las características de la obra, estudios técnicos específicos y en caso de ser necesario según las características de la obra, estudios técnicos específicos, de esta manera define la norma G040 del Decreto Supremo 011-2006-vivienda del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.3 Marco conceptual

- CAD (Computer Aided Drafting: Dibujo Asistido por Computadora): “Software que permite desarrollar el dibujo técnico de manera electrónica en dos o tres dimensiones utilizando vectores (puntos, líneas y todo tipo de polígonos en general) a través de una interfaz gráfica” (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 4).
- Compatibilización: “Proceso en el cual se identifican los problemas del expediente técnico y se coordina la solución” de Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 4).
- Detección de interferencias: “Proceso que revisa e identifica errores, colisiones y superposiciones que pueden existir en o entre los Modelos BIM” (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 5).
- Elemento BIM: “Es un componente, producto o material que forma parte del Modelo BIM, como vigas, tuberías, puertas, entre otros” (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 4).

- Deficiencias de diseño: “Fallas de diseño técnico e incompatibilidades del proceso de diseño, en cualquiera de las especialidades que contiene el proyecto” (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 4).
- Interoperabilidad: “Capacidad que tiene un producto o un sistema, cuyas interfaces son totalmente conocidas, para funcionar con otros productos o sistemas existentes o futuros y sin restricción de acceso o de implementación” (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 4).
- Modelo BIM: “Representación digital y compartida, de las características físicas y funcionales del total o parte del proyecto, a través de la información paramétrica, gráfica y no gráfica, ingresada a una base de datos con una interfaz gráfica tridimensional” (MVCS, pág. 5).
- Entorno Común de Datos (ECD): “Herramienta informática que se utiliza para recopilar, gestionar y difundir datos de modelo y documentos del proyecto entre equipos multidisciplinarios en un proceso gestionado, independientemente de su tamaño” (MVCS, pág. 5).
- Modelo 3D: “Representación digital tridimensional que permite la visualización de la geometría de un proyecto de construcción en forma de perspectivas, isometrías, animaciones, entre otras. Este documento no contiene información ni relaciones paramétricas por lo que no se considera un Modelo BIM” (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 6).
- Modelo Paramétrico: “Modelo que contiene la información, características y propiedades de sus elementos, que pueden ser definidos o extraídos gráfica o paramétricamente, dentro del mismo software, mediante la intervención de

- software adicional o herramientas informáticas” (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento, pág. 6).
- Nivel de detalle: indicador de nivel de detalle gráfico y precisión geométrica con la que el Modelo BIM y/o cualquier elemento ha sido generado (MVCS pág. 6).
 - Partes interesadas: “Aquellas partes involucradas en el proyecto como por ejemplo la entidad pública, la gerencia de proyecto, la supervisión, los especialistas de diseño, el contratista, los subcontratistas, entre otros” (MVCS, pág. 7).
 - Proyecto: “Conjunto de actividades que demandan recursos múltiples que tienen como objetivo la materialización de una idea. Información técnica que permite ejecutar una obra civil o de edificación” (MVCS, pág. 7).
 - Modelo federado: “se caracteriza por la agrupación de modelos BIM separados (locales), de forma que cada uno corresponde a un agente del proyecto. Cada uno de los agentes puede conocer el trabajo realizado por los demás, pero no poseen capacidad para editarlos directamente. El modelo central estaría compuesto por la agrupación de los distintos modelos locales (que se conoce en inglés como “shared data environment”, o “Common Data Environment (CDE)” (Fernandez, 2021, p. 9).
 - Modelo Central: “Los agentes trabajan directamente sobre el modelo central, sin modelos locales. De esta forma, todos los agentes conocen en tiempo real el estado de todas las partes del proyecto” (Fernandez, 2021).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis general*

La metodología Building Information Modeling influye en formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.

3.1.2. *Hipótesis específicas*

1. La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto técnico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.
2. La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto económico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.
3. Las características físicas del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.

4. Las características funcionales del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.

3.2 Método

Es de método deductivo, así Caballero (2014) define como: “Aquella orientación que va de lo general a lo específico; es decir, que parte de un enunciado general del que se van desentrañando partes o elementos específicos” (pág. 83).

Debido a que nuestro enunciado parte de lo general a elementos específicos, la metodología BIM para su aplicación en edificaciones.

3.3 Tipo de investigación

Se clasifica de carácter aplicada, así Lozada (2014), sostiene: “La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. De esta manera, se genera riqueza por la diversificación y progreso del sector productivo” (pág. 35).

3.4 Nivel o alcance de investigación

Hernández et al. (2014) define el propósito del alcance correlacional como “conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular”. En consecuencia, el presente estudio es correlacional.

3.5 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es no experimental, así Hernández et al. (2014) sostiene: “Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables” (Pág. 152). Dividiendo el diseño no experimental en transeccionales o transversales y longitudinales o evolutivos. Así mismo, es de corte transversal o transeccional, donde Hernández define de la siguiente manera: “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede” (Pág. 154).

3.6 Operacionalización de variables

Tabla 1.

Cuadro de operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Variable independiente: metodología BIM	BIM es una representación digital y compartida de las características físicas y funcionales del total o parte del proyecto, a través de la información paramétrica, gráfica y no gráfica, ingresada a una base de datos con una interfaz gráfica tridimensional. Fuente: Ministerio de economía y finanzas, DGdPMI	Se modelará la edificación para obtener sus características físicas y funcionales. Dentro de la primera conseguiremos el metrado, información no gráfica, proceso constructivo y su respectiva presentación de planos. En la segunda poder detectar sus interferencia e incompatibilidades para la solución pronta y así estas no afecten a la ejecución y mantenimiento de la edificación.	Características físicas	Metrado.	Escalar (%)
			Características funcionales	Solución de interferencias	Escalar (%)
Variable dependiente: Expediente técnico del proyecto.	El expediente técnico de obras es el conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra. Comprende memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución, metrado, presupuesto obra, valor referencia, fecha del presupuesto, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado y formulas polinómicas. Fuente: OSCE	Se analizarán todas las especialidades que participan en la formulación del expediente técnico para así compararlas y medir su variación en detalles constructivos, número de partidas alteradas, variación del costo de las partidas, y la variación de la duración de estas mismas.	Técnico	Metrados	Escalar (%)
			Económico	Presupuesto de obra	Soles
				Calendario de avance de obra valorizado	días

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Población, muestra y muestreo

3.7.1 Población

La población está representada por 1187 partidas o actividades que pertenecen al proyecto mejoramiento de servicios de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac en las especialidades de obras provisionales estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas e instalaciones especiales, comunicación y mecánicas.

3.7.2 Muestra y muestreo

Para esta investigación se ha optado por el diseño de muestreo no probabilístico y se utilizó la presente muestra por conveniencia, así de esta manera Hernández (2018) indica: “están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso”.

En esta pesquisa se tienen partidas de diferentes unidades, lo que dificulta poder generar un factor común o conjunto, por ello, estas se han seleccionado por conveniencia para cumplir los objetivos de esta tesis.

Tabla 2.

Cantidad de partidas por disciplina

N°	Especialidad	N° Partidas
1	Obras provisionales	23
2	Estructuras	260
3	Arquitectura	329
4	Instalaciones sanitarias	404
5	Instalaciones eléctricas	76
6	Instalaciones especiales, comunicación y mecánicas	95
Total		1187

Fuente: Elaboración propia.

Es de esta manera que se trabajó con una muestra de 1187 partidas o ítems.

3.8 Técnica e instrumentos

Técnicas

- Control y verificación in situ del proyecto.
- Modelamiento de datos informáticos en software.
- Cuantificación de datos en programa computacional.
- Cuantificación de costos y presupuestos.
- Tablas de contrastan errores y mejoras.
- Cuadros de comparación.

Instrumentos

La elaboración del modelo virtual para el desarrollo del proyecto se utilizó información directa (ficha técnica de observación), las mismas que se presentan en los anexos de esta tesis.

3.9 Consideraciones éticas

Responsabilidad personal. La investigación se llevó a cabo de acuerdo con el cronograma sugerido, y se cumplieron estrictamente todas las pautas y normas que debían seguirse para realizar las distintas pruebas con el fin de recopilar datos.

Honestidad. La investigación se diseñó de acuerdo con las condiciones y dificultades de la zona de estudio, lo que sugiere que el trabajo es original y único en su género, y no una copia de otros trabajos de investigación ya realizados.

3.10 Procesamiento estadístico

La recolección de datos se realizó a partir de dos grupos y del resultado de las comparaciones, el primer grupo del modelamiento en software Revit aplicando la Metodología BIM y como producto de estos, su cuantificación, el segundo grupo corresponde a los datos obtenidos del expediente técnico de forma tradicional y, por último, el tercer grupo que es producto de la comparación de datos corregidos y corroborados (porcentajes de comparación). Así mismo, el análisis estadístico con los datos obtenidos en los instrumentos de recolección se realizó usando como herramienta el software Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Metrados

Tabla 3.

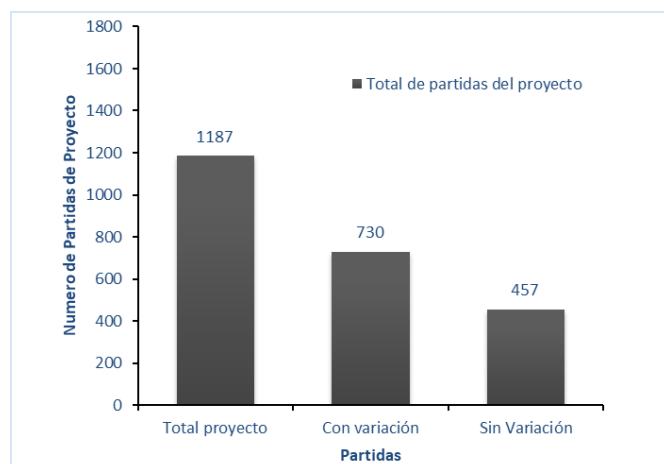
Comparativo de partidas con alteración de metrado de proyecto en general.

PARTIDAS	Und.	N° PARTIDAS	PORCENTAJE (%)
Total, proyecto	Und.	1187	100.00%
Con variación	Und.	730	61.50%
Sin Variación	Und.	457	38.50%

Fuente: Elaboración propia

Figura 1.

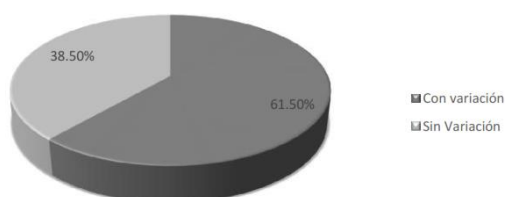
Total de partidas del proyecto con variación de metrado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.

Total de partidas del proyecto con variación de metrado (%)



Fuente Elaboración propia

En consecuencia, de la tabla y gráficos presentados nos muestra un total de partidas de 1187 representando el 100%, de las mismas 730 con un porcentaje de 61.50% muestran variación en sus metrado y las restantes 457, correspondiente a 38.50% no muestran ninguna variación en sus cantidades.

Tabla 4.

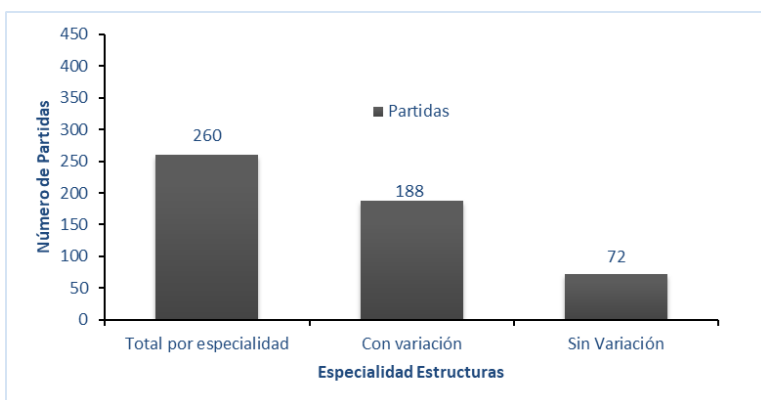
Comparativo de partidas con alteración de metrado de la especialidad estructuras

PARTIDAS ESTRUCTURAS	Und.	N° PARTIDAS	PORCENTAJE (%)
Total, por especialidad	Und.	260	100.00%
Con variación	Und.	188	72.31%
Sin Variación	Und.	72	27.69%

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.

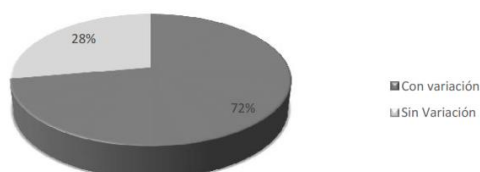
Partidas con alteración de metrado en la especialidad estructuras



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.

Partidas con alteración de metrado en la especialidad estructuras (%)



Fuente: Elaboración propia

En el análisis respectivo a Estructuras, se tiene como totalidad 260 partidas (100%), de las cuales 188 presentaron variación en sus metrado, siendo un 72.31%, así mismo, las que no presentaron modificación son un total de 72 con un porcentaje de 27.69%.

Tabla 5.

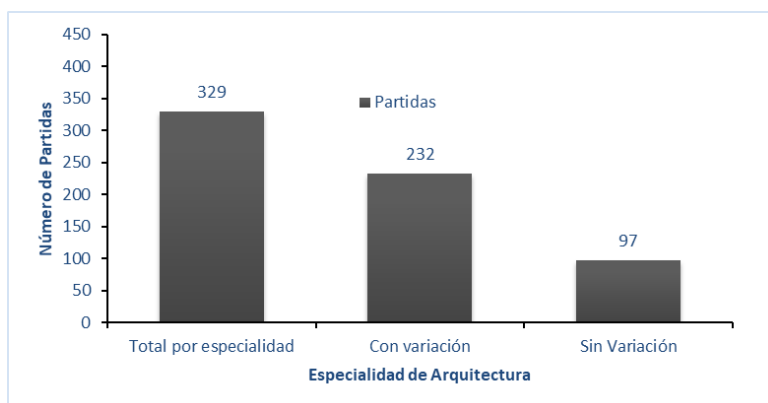
Comparativo de partidas con alteración de metrado de la especialidad arquitectura

PARTIDAS	Und.	N° PARTIDAS	PORCENTAJE (%)
ARQUITECTURA			
Total, por especialidad	Und.	329	100.00%
Con variación	Und.	232	72.31%
Sin Variación	Und.	97	27.69%

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.

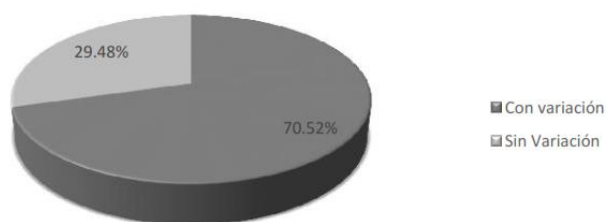
Partidas con alteración de metrado en la especialidad arquitectura



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.

Partidas con alteración de metrado en la especialidad arquitectura (%)



Fuente: Elaboración propia

En el análisis respectivo a arquitectura, se tiene como totalidad 329 partidas (100%), de las cuales 232 presentaron variación en sus metrado, siendo un 70.52%, así mismo, las que no presentaron modificación son un total de 97 con un porcentaje de 29.48%.

Tabla 6.

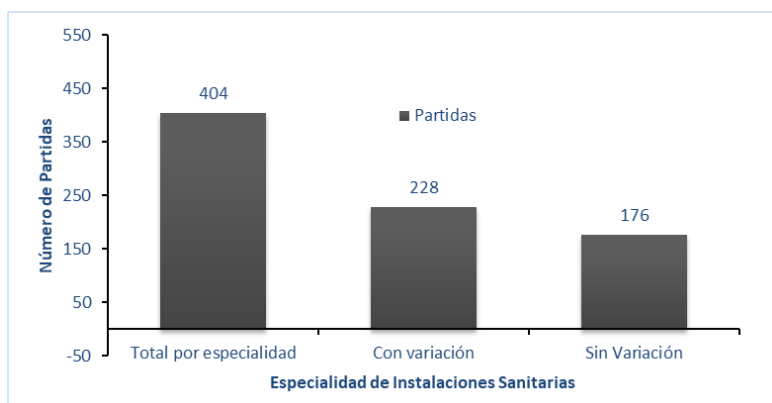
Comparativo de partidas con alteración de metrado de especialidad instalaciones sanitarias.

PARTIDAS	Und.	N° PARTIDAS	PORCENTAJE (%)
INSTALACIONES SANITARIAS			
Total, por especialidad	Und.	404	100.00%
Con variación	Und.	228	56.44%
Sin Variación	Und.	176	43.56%

Fuente: Elaboración propia

Figura 7.

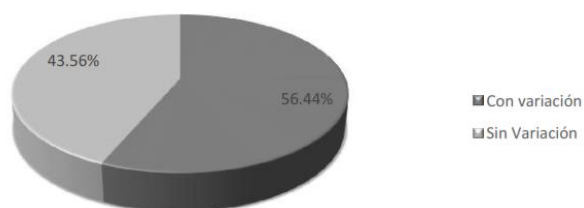
Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones sanitarias



Fuente: Elaboración propia

Figura 8.

Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones sanitarias (%)



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la especialidad correspondiente a instalaciones sanitarias, hay un total 404 partidas (100%), de las cuales 228 presentaron variación en sus metrado, siendo un 56.44%, así mismo, las que no presentaron modificación son un total de 176 con un porcentaje de 43.56%.

Tabla 7.

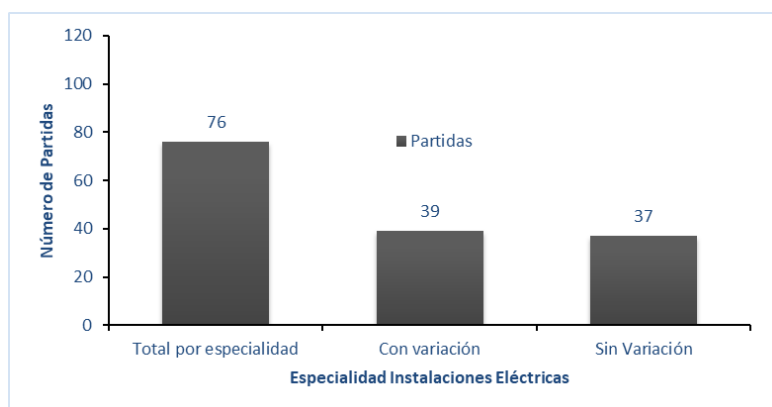
Comparativo de partidas con alteración de metrado de la especialidad instalaciones eléctricas

PARTIDAS INSTALACIONES ELECTRICAS	Und.	N° PARTIDAS	PORCENTAJE (%)
Total, por especialidad	Und.	76	100.00%
Con variación	Und.	39	51.32%
Sin Variación	Und.	37	48.68%

Fuente: Elaboración propia

Figura 9.

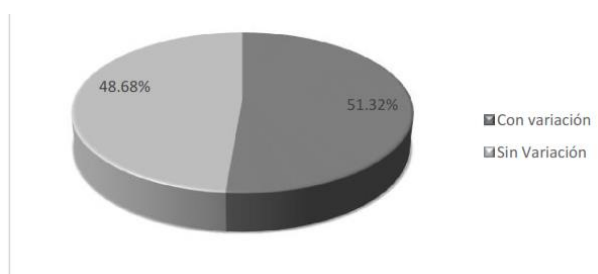
Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones eléctricas



Fuente: Elaboración propia

Figura 10.

Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones eléctricas (%)



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la especialidad de instalaciones eléctricas, se tiene como totalidad 76 partidas (100%), de las cuales 28 presentaron variación en sus metrado, siendo un 51.32%, así mismo, las que no presentaron modificación son un total de 37 con un porcentaje de 48.68%.

Tabla 8.

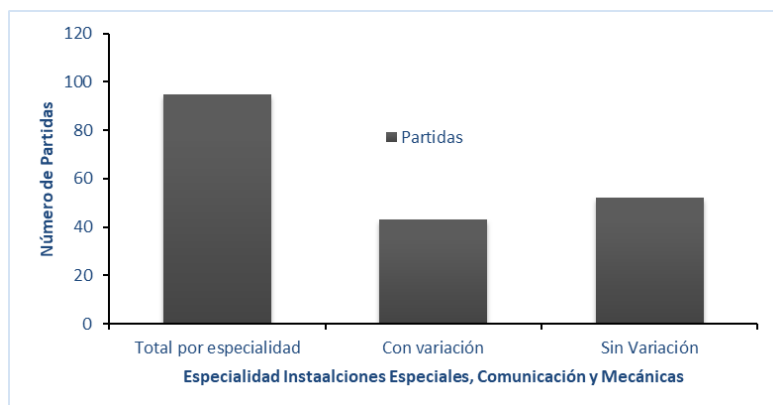
Comparativo de partidas con alteración de metrado de especialidad Instalaciones Especiales, Comunicación y Mecánica

PARTIDAS	Und.	N° PARTIDAS	PORCENTAJE (%)
INSTALACIONES ESPECIALES, COMUNICACIÓN Y MECÁNICAS			
Total, por especialidad	Und.	95	100.00%
Con variación	Und.	43	45.26%
Sin Variación	Und.	52	54.74%

Fuente: Elaboración propia

Figura 11.

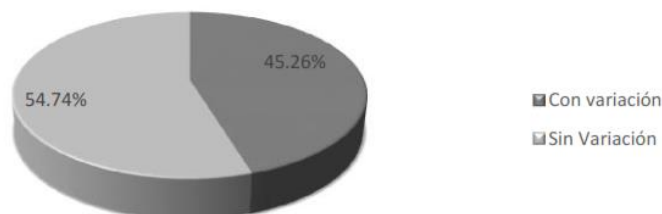
Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánica



Fuente: Elaboración propia

Figura 12.

Partidas con alteración de metrado en la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánica (%)



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la especialidad correspondiente a instalaciones especiales, comunicación y mecánica, se tiene como totalidad 95 partidas (100%), de las cuales 43 presentaron variación en sus metrado, siendo un 45.26%; asimismo, las que no presentaron modificación son un total de 52 con un porcentaje de 54.74%.

4.1.2. Costos

Tabla 9.

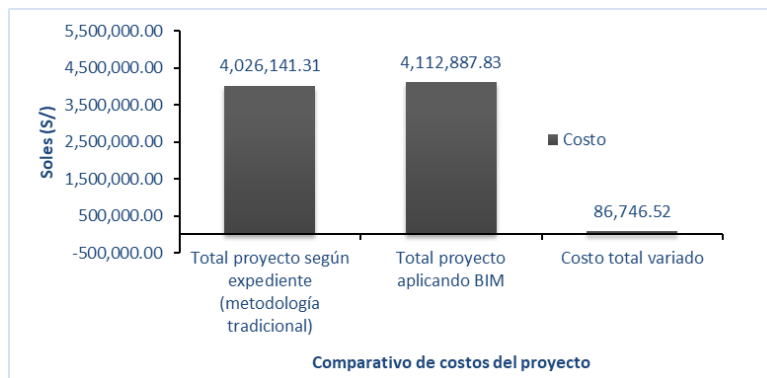
Alteración del costo total del proyecto

COSTO	TOTAL (S)	PORCENTAJE (%)
Total, proyecto según expediente (metodología tradicional)	4,026,141.31	100.00%
Total, proyecto aplicando BIM	4,112,887.83	102.15%
Costo total variado	86,746.52	2.15%

Fuente: Elaboración propia

Figura 13.

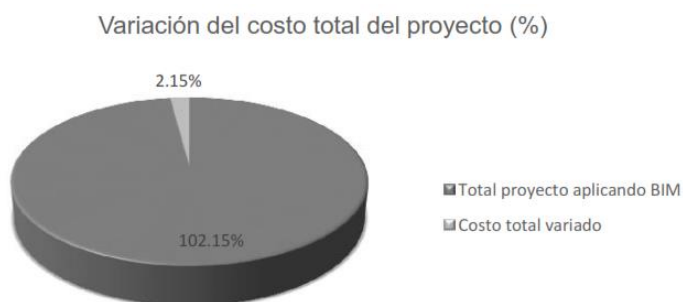
Alteración del costo total del proyecto (S/)



Fuente: Elaboración propia

Figura 14.

Alteración del costo total del proyecto (%)



Fuente: Elaboración propia

En resumen, de la tabla y gráficos presentados tenemos un total de costo directo según expediente técnico de S/4'026,141.31 (100%), de los mismos S/4'112,887.83 representan el 102.15% aplicando BIM así tenemos una diferencia de S/86,746.52, correspondiente a 2.15% que genera un sobrecosto.

Tabla 10.

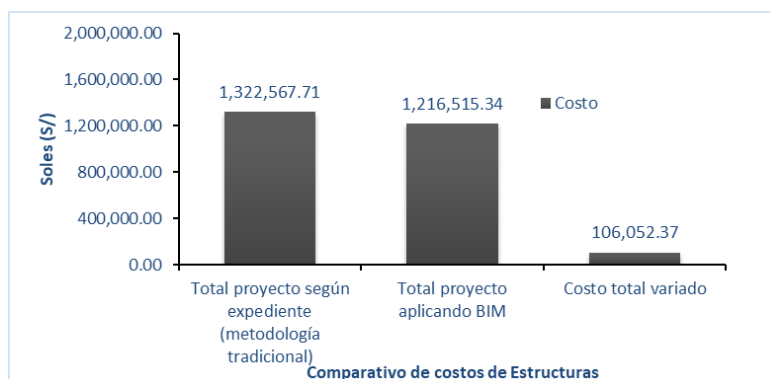
Alteración del costo de la especialidad estructuras

COSTO ESTRUCTURAS	TOTAL (S/)	PORCENTAJE (%)
Total, proyecto según expediente (metodología tradicional)	1,322,567.71	100.00%
Total, proyecto aplicando BIM	1,216,515.34	91.98%
Costo total variado	106,052.37	8.02%

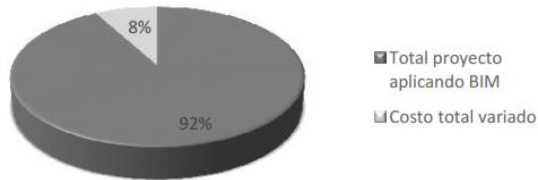
Fuente: Elaboración propia

Figura 15.

Alteración del costo de la especialidad estructuras (S/)



Fuente: Elaboración propia.

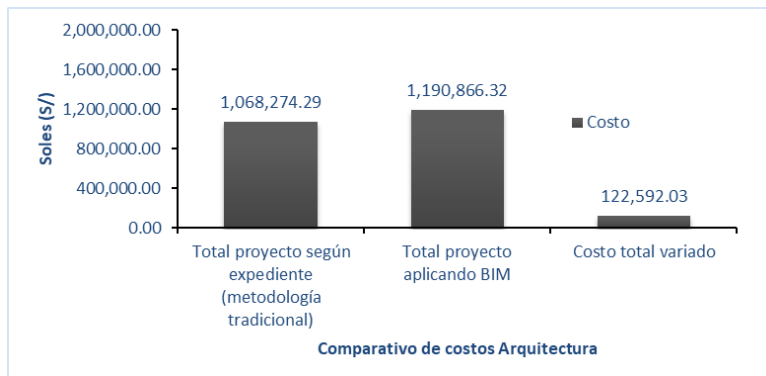
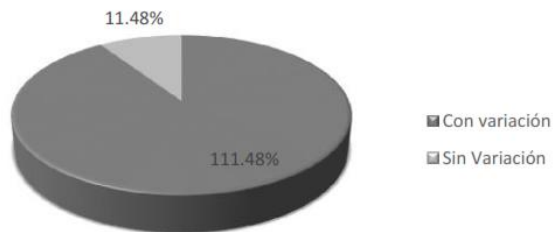
Figura 16.*Alteración del costo de la especialidad estructuras (%)**Fuente:* Elaboración propia

De acuerdo con la tabla y gráficos presentados tenemos un total de costo directo según expediente técnico de la especialidad de estructuras S/1'322,567.71 (100%), de los mismos S/1'216,515.34 representan el 91.98% aplicando BIM, así tenemos una reducción del costo de S/106,052.37, correspondiente a 8.02%.

Tabla 11.*Alteración del costo de la especialidad arquitectura*

COSTO	TOTAL (S/)	PORCENTAJE (%)
ARQUITECTURA		
Total, proyecto según expediente (metodología tradicional)	1,068,274.29	100.00%
Total, proyecto aplicando BIM	1,190,866.32	111.48%
Costo total variado	122,592.03	11.48%

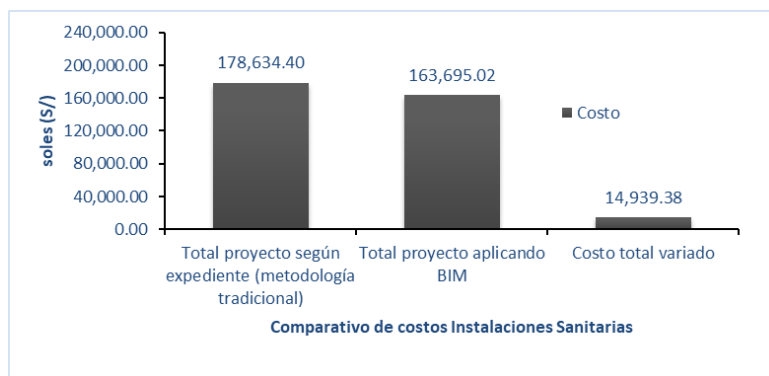
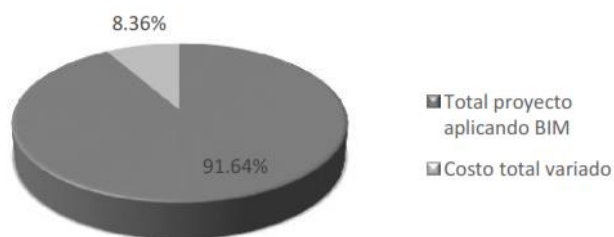
Fuente: Elaboración propia

Figura 17.*Alteración del costo de la especialidad arquitectura (S/)**Fuente:* Elaboración propia**Figura 18.***Alteración del costo de la especialidad arquitectura (%)**Fuente:* Elaboración propia

De esta manera la tabla y gráficos presentados nos muestra un total de costo directo según expediente técnico correspondiente a arquitectura de S/1'068,247.29 (100%), de los mismos S/1'190,866.32 representan el 111.48% aplicando BIM, así tenemos un aumento del costo de S/122,592.03, correspondiente a 11.48%.

Tabla 12.*Alteración del costo de la especialidad instalaciones sanitarias*

COSTO	TOTAL (S/)	PORCENTAJE (%)
INSTALACIONES SANITARIAS		
Total, proyecto según expediente (metodología tradicional)	178,634.40	100.00%
Total, proyecto aplicando BIM	163,695.02	91.64%
Costo total variado	14,939.38	8.36%

Fuente: Elaboración propia**Figura 19.***Alteración del costo de la especialidad instalaciones sanitarias (S/)**Fuente:* Elaboración propia**Figura 20.***Alteración del costo de la especialidad instalaciones sanitarias (%).**Fuente:* Elaboración propia.

De esta manera la tabla y gráficos presentados nos muestra un total de costo directo según expediente técnico de la especialidad de Instalaciones Sanitarias

S/178,634.40 (100%), de los mismos S/163,695.02 representan el 91.64% aplicando BIM, así tenemos una disminución del costo de S/14,939.38, correspondiente a 8.36%.

Tabla 13.

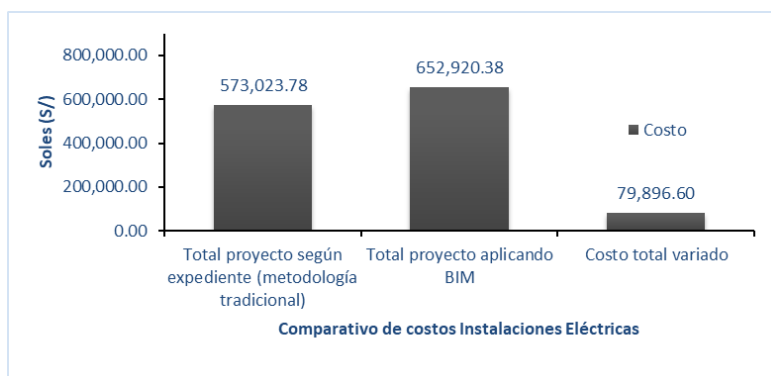
Alteración del costo de la especialidad instalaciones eléctricas

COSTO	TOTAL (S/)	PORCENTAJE (%)
INSTALACIONES ELECTRICAS		
Total, proyecto según expediente (metodología tradicional)	573,023.78	100.00%
Total, proyecto aplicando BIM	652,920.38	113.94%
Costo total variado	79,896.60	13.94%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21.

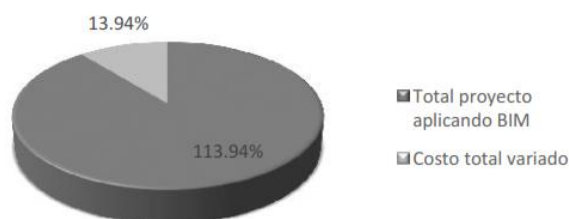
Alteración del costo de especialidad instalaciones eléctricas (S/)



Fuente: Elaboración propia

Figura 22.

Alteración del costo de la especialidad instalaciones eléctricas (%)



Fuente: Elaboración propia

De esta manera nos muestra un total de costo directo según expediente técnico de la disciplina correspondiente a instalaciones eléctricas de S/576,023.78 (100%), de los mismos S/652,920.38 representan el 113.94% aplicando BIM, así tenemos un aumento del costo de S/79,896.60, correspondiente a 13.94%.

Tabla 14.

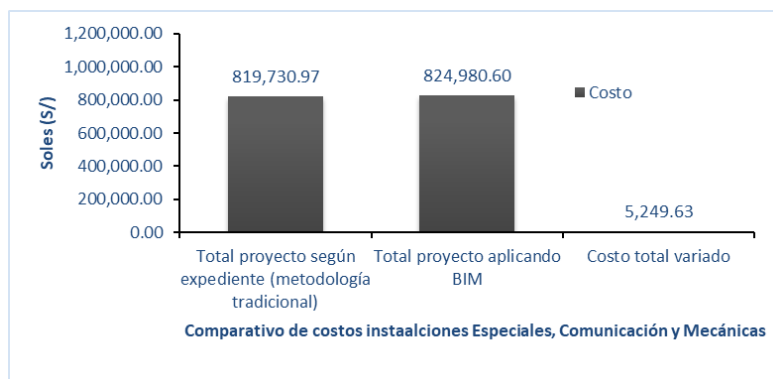
Alteración del costo de la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas

COSTO	TOTAL (S/)	PORCENTAJE (%)
INSTALACIONES ESPECIALES, COMUNICACIÓN Y MECÁNICAS		
Total, proyecto según expediente (metodología tradicional)	819,730.97	100.00%
Total, proyecto aplicando BIM	824,980.60	100.64%
Costo total variado	5,249.63	0.64%

Fuente: Elaboración propia

Figura 23.

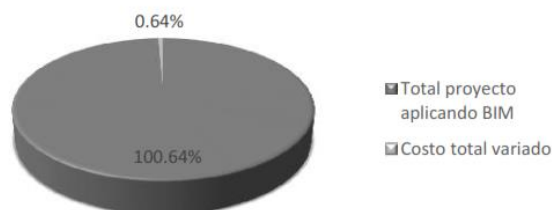
Alteración del costo de la especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas (S/)



Fuente: Elaboración propia

Figura 24.

Alteración del costo de especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas (%)



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en este apartado final correspondiente a la hoja del presupuesto la tabla y gráficos nos muestran un total de costo directo según expediente técnico de la especialidad de instalaciones especiales, comunicación y mecánicas de S/819,730.94 (100%), de los mismos S/824,980.60 representan el 100.64% aplicando BIM, así tenemos un aumento del costo de S/5249.63, correspondiente a 0.64%.

Cronograma de obra

La duración total del proyecto presentada por el proyectista responsable en el Expediente Técnico elaborado de forma tradicional estimó una duración de proyecto de 450 días hábiles considerando predecesoras, por otro lado, aplicando el método de la Ruta Crítica (CPM) indicado en la Ley 30225 de Contrataciones del Estado peruano en esta pesquisa, nos muestra como resultado un tiempo de 398 días, teniendo una diferencia de 52 días.

Tabla 15.*Variación de tiempo total de obra*

DURACIÓN	TOTAL (días)	PORCENTAJE (%)
Total, duración según expediente (metodología tradicional)	450.00	100.00%
Total, duración proyecto aplicando BIM	398.00	88.44.00%
Duración total variado	52.00	11.56%

Fuente: Elaboración propia

Haciendo comparación de estos resultados, estos cronogramas han sido analizados como un todo, debido a que existen partidas dentro de ellas que se relacionan con las distintas especialidades. La aplicación de BIM en este proyecto influyó en el cronograma de ejecución de obra de tal manera que, se redujeron 52 días, las que representan un 11.56% menos que de la forma tradicional.

Interferencias

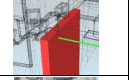
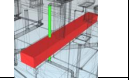
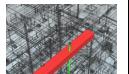
La construcción del modelo implica ubicar cada uno de los componentes de las especialidades que componen el proyecto de forma tal que, son de tamaño, características físicas reales y contiene la información necesaria para su construcción. En obra, las interferencias entre estas disciplinas pueden significar retrabajo, ocasionando perjuicios en tiempo y costo. Al respecto, El uso de BIM en este proyecto permitió resolver conflictos en un entorno de construcción virtual.

Es menester describir los beneficios de la aplicación de esta metodología, pues, ayuda a mejorar la coordinación del diseño para presentar un trabajo con cero interferencias, en un entorno colaborativo con representación tridimensional facilita la revisión completa del diseño para poder identificar los conflictos, además de integrar los cambios para minimizar tiempo, y por último poder usar

este modelo para aplicar metodologías de mejora de procesos y reducción de desperdicios.

Figura 25.

Cuadro de reporte de interferencias y consultas

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA PRESTACION DE SERVICIOS DE LA DIRECCION REGIONAL DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO EN LAS 7 PROVINCIAS DEL DEPARTAMENTO DE APURIMAC"											ACTUALIZADO A LA SESION N°											
ID	SESION	PSO	AMBIENTE	ZRS	PLANOS DE REFERENCIA	DESCRIPCION	EST	ARQ	B.EE	B.SS	LM	GAS	CO	ACT	FORO P	FORO I	STATUS	RESPUESTA A LA CONSULTA	RESPONSABLE	FORMA DE CONSULTA	GRANDEZAS DE LA CONSULTA	AGENDA
1	1	SOI 01	Cuarto de maquinas	B - C / 2 - 3	ESTRUCTURAS - INS. SANITARIAS	La tubería de desague chica con el muro de contención del sótano	X			X							NEVA	Se solicitó la información al especialista sanitario y estructural.	ING. ROBERT ACURIA	Interferencia	Resuelto	X
1	1	SOI 01	Deposito de servicio	E / 4 - 3	ESTRUCTURAS - INS. SANITARIAS	La tubería del desague del lavadero chica con la viga chata	X			X							NEVA	Se solicitó la información al especialista sanitario y estructural.	ING. ROBERT ACURIA	Interferencia	Resuelto	X
1	1	PSO 6	SS.HH.	D - E / 3 - 4	ESTRUCTURAS - INS. SANITARIAS	La tubería de ventilación chica con la viga chata.	X			X							NEVA	Se solicitó la información al especialista sanitario y estructural.		Interferencia	Resuelto	X

Fuente: Elaboración propia

Es de esta manera que se presenta a continuación los resultados de esta investigación en la siguiente tabla y gráficos.

Tabla 16.

Interferencias detectadas en la totalidad del proyecto

INTERFERENCIAS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Total, proyecto	51.00	100.00%

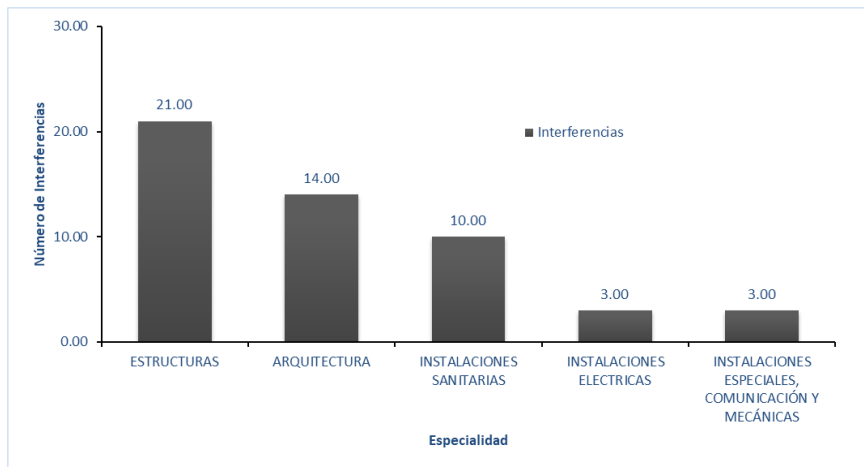
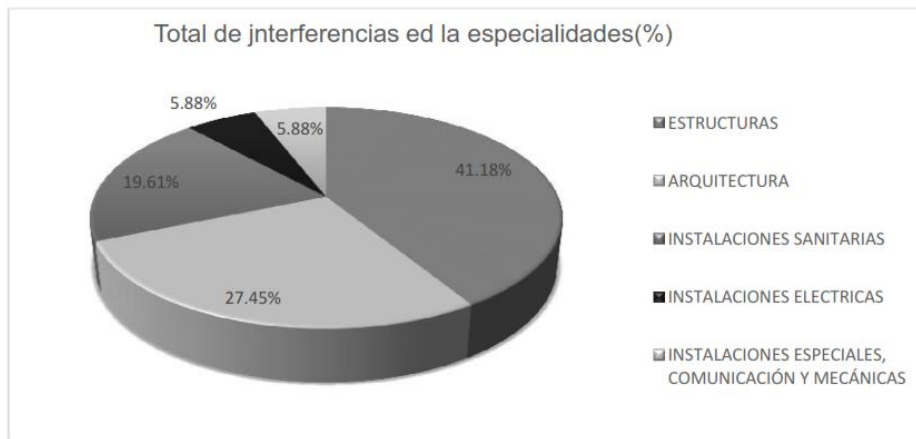
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17.

Interferencias detectadas en las especialidades

INTERFERENCIAS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
ESTRUCTURAS	21.00	41.18%
ARQUITECTURA	14.00	27.45%
INSTALACIONES SANITARIAS	10.00	19.61%
INSTALACIONES ELECTRICAS	3.00	5.88%
INSTALACIONES ESPECIALES, COMUNICACIÓN Y MECÁNICAS	3.00	5.88%
TOTAL	51.00	

Fuente: Elaboración propia

Figura 26.*Total de interferencias por especialidades**Fuente:* Elaboración propia**Figura 27.***Alteración del costo de especialidad instalaciones especiales, comunicación y mecánicas (%)**Fuente:* Elaboración propia

En el aspecto de características físicas, los resultados nos muestran que 730 partidas de 1187 correspondiente al 61.50% de partidas del proyecto fueron afectadas por las cuantificaciones obtenidas del modelo de información; asimismo, la especialidad de Estructuras fue afectada en un 72.31% (168 partidas),

arquitectura 70.52% (232 partidas), Instalaciones sanitarias al 56.44% (228 partidas) e instalaciones especiales, comunicación y mecánicas en un 45.20% (43 partidas), con un total de 730 de 1187 partidas.

El desagregado de las partidas del expediente técnico y la programación de obra muestran un desfase de 52 días calendarios adicional al estudio definitivo esta animación ha sido obtenida del modelo de información en Naviswork y se presenta como adjunto de esta investigación.

En el aspecto de características funcionales, la investigación nos arroja un total de 51 puntos de interferencia en el proyecto, de esta manera la especialidad de estructuras muestra el 41.18% con 21 interferencias, arquitectura presenta 27.45% con 14 interferencias, Instalaciones Sanitarias tuvo 19.61% con 10 interferencias, instalaciones eléctricas e instalaciones especiales, comunicación y mecánicas 5.88% con 3 interferencias cada uno.

En el aspecto económico, tenemos un aumento del presupuesto de la obra en 86,746.52 soles representando un 2.15%. Asimismo, en la especialidad de estructuras tenemos una reducción de costo de 106,052.37 soles con 8.02%, arquitectura aumentó en 122,592.03 soles (11.48%), instalaciones sanitarias disminuyó en 14,939.38 soles (8.36%), Instalaciones Eléctricas aumentó en 79,896.60 soles (13.94%) e instalaciones especiales, comunicación y mecánicas aumentó en 5,249.63 soles (0.64%).

4.2. Discusión de resultados

A partir de los hallazgos obtenidos en esta investigación al determinar la influencia de la metodología BIM en el expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo del Gobierno Regional de Apurímac, se pudo encontrar que hubo 730 partidas afectadas con las nuevas cuantificaciones, el costo se incrementó en 86,746.52 soles y hubo una disminución en el cronograma de ejecución de la obra de 52 días. Esto quiere decir que las partidas modificadas por el nuevo metrado han influido de manera que han aumentado el costo del proyecto. Frente a esto se acepta la hipótesis donde se refiere a la influencia positiva de BIM en el expediente técnico de proyecto estudiado. Estos resultados son corroborados por Atencio (2019) quien en su investigación concluye que existieron 82 partidas afectadas de un total de 196, así mismo añade que la afectación por esta modificación de metrado repercute en el presupuesto y plazo de ejecución del proyecto. De la misma manera. Quiroz (2017), 96 de las 164 partidas que componen el proyecto en estudio han sido modificadas, el monto se redujo al 16.63% debido al deficiente metrado. También Mulato (2018) muestra en su investigación que 151 partidas de 248 fueron afectadas por los metrado. En tal sentido, en referencia a lo anteriormente expuesto y analizando los resultados confirmamos que al implementar BIM en un proyecto del Gobierno Regional de Apurímac influye de forma positiva ya que tendremos información visual y no gráfica, así como también cuantificaciones aproximadas a la realidad para evitar problemas en costos y tiempo en las edificaciones.

CONCLUSIONES

Respecto al objetivo general

Se logró determinar como la metodología Building Information Modeling influyó en el expediente técnico del proyecto mejoramiento de servicios de la dirección regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac-Abancay 2021. En primer lugar, se identificaron 730 partidas que experimentaron cambios y mejoras sustanciales como resultado de la utilización de BIM.

Además, se observó una reducción notable de 52 días en el tiempo total de ejecución del proyecto, lo que representa una eficiencia considerable en comparación con los métodos tradicionales.

Por último, se destacaron 51 puntos de interferencia en el proyecto, lo que resalta la capacidad de BIM para identificar y prevenir posibles problemas y conflictos en la fase de diseño.

Respecto a los objetivos específicos

1. Se identificó la influencia de la metodología Building Information Modeling en el aspecto técnico del proyecto mediante la afectación en 730 partidas de un total de 1187, en donde la especialidad más afectada fue estructuras, esto debido a que, en la cuantificación de volúmenes, longitudes y kilogramos, no se han tomado en cuenta los empalmes y anclajes, además de las consideraciones que hacen los metradores del proyecto, de la misma manera ocurrió en Arquitectura. En las especialidades de instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas e instalaciones especiales, comunicación

y mecánicas en los puntos de salida el metrador ha sido conservador añadiendo cantidades.

2. Se explicó como la metodología Building Information Modeling influyó en el aspecto económico del proyecto, pues se tuvo un aumento en el costo de obra en S/ 86,746.52 y se redujo 52 días en el plazo de ejecución de la obra como resultado de la modificación de los metrados.

La metodología Building Information Modeling permitió obtener un modelo de información 4D, la cual permitió la introducción de los tiempos para poder ser revisados por el supervisor correspondiente.

3. Se identificó la influencia de las características físicas del modelo Building Information Modeling, respecto a la precisión de metrados finales en comparación con los del expediente técnico obtenido de forma tradicional, obteniendo 457 partidas de 1187 que no han sido afectadas.
4. Se identificó la influencia de las características funcionales del modelo Building Information Modeling, pues se obtuvieron 51 puntos de interferencias en el proyecto, con una gran incidencia en la especialidad de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias, en consecuencia, se realizó la corrección por la incompatibilidad de las especialidades que componen este proyecto, trabajo realizado para evitar retrasos, sobre costo y sobre tiempo en la ejecución de la obra.

RECOMENDACIONES

1. Para sacar ventaja de la metodología BIM, se recomienda realizar reuniones de revisión de modelo a cargo de cada especialista en comunicación con el coordinador BIM, a la vez que reciban capacitación y actualización que garantice una comprensión adecuada de las implicancias y alcances

respecto a la toma de decisiones relacionadas con la cantidad y calidad de los materiales.

Además, se sugiere establecer una revisión constante de las consideraciones que hacen los metrados del proyecto, especialmente en las áreas de estructuras y Arquitectura, para garantizar una mayor precisión en la cuantificación, debido a que de ellos depende el presupuesto final de la obra.

En la construcción del modelo de información de la especialidad de Estructuras, se recomienda que las familias paramétricas estén bien definidas para la incorporación de información (eje de ubicación, nivel, etc.); además, los aceros que componen a estos tienen que ser parte del anfitrión (elemento estructural) para la correcta cuantificación de materiales.

2. Dado que la implementación de BIM demostró una reducción significativa en el plazo de ejecución de la obra y, al mismo tiempo, un aumento en el costo de la misma, se sugiere seguir aprovechando las ventajas de la metodología 4D de BIM. Esta metodología, que incorpora la dimensión del tiempo al modelo de información, ha demostrado ser efectiva en la gestión de proyectos.
3. Las que se ha demostrado que el modelo Building Information Modeling (BIM) ha mejorado significativamente la precisión de los metrados finales en comparación con los métodos tradicionales, se sugiere seguir aprovechando al máximo esta tecnología en futuros proyectos de construcción. Para lograrlo de manera efectiva, considere las siguientes recomendaciones:
 - Se debe capacitar al personal en el manejo de programas, en la cultura de trabajo en equipo.

- Se recomienda integrar BIM de forma progresiva y estructurada, para evitar caos en la documentación y en el equipo.
4. Considerando que la implementación de Building Information Modeling (BIM) ha demostrado ser efectiva en la identificación y corrección de puntos de interferencias en las especialidades de construcción, se sugiere que se continúe utilizando BIM como herramienta esencial en todas las etapas de un proyecto.

Asimismo, se recomienda usar plataformas o programas colaborativos para verificar los choques que se tienen en las especialidades que componen el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Abusada, R., Cusato, A., y Pastor, C. (2008). *Eficiencia del Gasto Público en América Latina*. Konrad Adenauer Stiftung.
<https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2018/01/IPE-2008-Eficiencia-del-gasto.pdf>
- Almeida, A. (11 de abril de 2019). BIM en el Perú. *RPP Noticias*.
<https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692?fbclid=IwAR1QUYsk5Uoz0oPSmz5nmd2xUyE0z5KfjCDAKCM-h6zyKAGx3AinrPVa9tM>
- Alvarez, E., Ccahuana, W., Quiroz, C., y Quispe, H. (2020). *Estudio comparativo del sistema de gestión tradicional versus la metodología BIM en la etapa de diseño y construcción en las dimensiones 4d y 5d, caso de estudio obra: "Mejoramiento de los servicios de salud en el Centro de Salud Ttio-Distrito de Wanchaq"*. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Repositorio Académico UPC.
<http://hdl.handle.net/10757/655805>
- Atencio, C. (2019). *Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio de Huanuquillo - Tarma*. [Tesis de Pre Grado, Universidad Católica Sedes Sapientiae], Sistema de Bibliotecas UCSS.
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/736>
- Ayay, S., y Laiza, E. (2020). *Propuesta de implementación de la metodología BIM, en la construcción de un edificio multifamiliar en la empresa CCI Ingenieros del Perú S.R.L. en Cajamarca 2020*. [Tesis de Pre Grado, Universidad Privada del Norte], Repositorio Institucional UPN.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25360>
- Caballero, A. (2014). *Metodología integral innovadora para planes y tesis*.
https://www.academia.edu/34339287/Metodolog%C3%ADa_integral_innovadora_para_planes_y_tesis_LA_METODOLOG%C3%8DA_DEL_C%C3%93MO_FORMULARLOS

- Campos, I. (26 de octubre de 2020). *IBDA Fórum da construção*.
<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=12&Cod=140>
- Cerón, I., y Liévano, D. (2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida de un proyecto*. [Tesis de Pre Grado, Universidad Católica de Colombia], Repositorio Insitucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/db33fb44-a52e-460d-9bdc-9c3e8c974c96/content>
- Choclan, F., Soler, M., y Gonzáles, R. (2014). Introducción a la Metodología BIM. *Spanish Journal of BIM*, 14(1), pp 3-10.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5413529>
- COSAPI. (Noviembre de 2015). *cosapi.com.pe*.
<https://www.cosapi.com.pe/Site/Index.aspx?aID=1610>
- Culque, R. (2019). *Nivel de implementación de la metodología BIM en empresas constructoras y consultoras de la ciudad de Cajamarca y plan de implementación*. [Tesis de Pre Grado, Universidad Privada del Norte], Repositorio Institucional UPN.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23082>
- Duarte, N., y Pinilla, J. (2014). *Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana], Repositorio Pontificia Universidad Javeriana.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12691/DuarteHinojosaNaisir2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Fernandez, L. (2021). *Estudio sobre proyectos de Ingeniería Civil utilizando modelos BIM federados*. [Tesis de Grado, Universidad de Jaén], Repositorio UJA. <https://hdl.handle.net/10953.1/13966>
- GildebrandtGruppe. (17 de Mayo de 2016). *Profundidad De Lad Dimensiones BIM En Proyectos De Alta Complejidad*. <http://www.hildebrandt.cl/dimensiones-bim-proyectos-de-alta-complejidad/>

- Gobierno Regional de Apurímac. (11 de octubre de 2017). *Resolución Gerencial General Regional N°331-2017-GR-APURIMAC/GG*.
<https://app.regionapurimac.gob.pe/transparencia/wp-content/uploads/2017/10/RESOLUCION-GERENCIAL-GENERAL-REGIONAL-N-331-2017-GR.APURIMAC.GG.pdf>
- Gonzales, W., y Lesmes, C. (2017). Siete Dimensiones de un Proyecto de Construcción Con La Metodología Building Information Modeling. *L'esprit Ingenieux*, 8(1).
https://www.researchgate.net/publication/339300817_Siete_dimensiones_de_un_proyecto_de_construccion_con_la_metodologia_Building_Information_Modeling_Revista_LEsprit_Ingenieux_8_1_2017
- Gordo, E., Potes, J., y Vargas, J. (2017). *Factores que ocasionan retrasos en obras civiles en Empresas Públicas de Neiva*. [Tesis de Grado, Universidad de Santo Tomás], Repositorio Universidad Santo Tomás.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10740/Johana%20Potes-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez, R., Fernandez, C., y Baptista, P. (2014). *Metdología de la investigación 6° edición*. McGrawHill Education.
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- INACAL. (2021). *Instituto Nacional de la Calidad*.
<https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/505825-inacal-aprueba-normas-tecnicas-para-digitalizacion-del-modelado-de-la-informacion-en-la-industria-de-la-construccion-bim>
- León, L., Cristobal, M., y Guevara, E. (2019). *Propuesta de mejora para el proceso de elaboración de expediente técnico en el programa nacional de infraestructura educativa*. [Tesis de Maestría, Universidad del Pacífico], Repositorio de la Universidad del Pacífico.
https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2427/Leslie_Tesis_maestria_2019.pdf?sequence=1

- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CIENCIAMERICA*, 3(1).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Madrid, J. (2014). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. *Spanish Journal of BIM*, 15(1).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5496892>
- Martinez, A. (2015). *Bim y las repercusiones en la calidad de los procesos constructivos*. [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya], core.ac.uk. <https://core.ac.uk/download/pdf/41824724.pdf>
- Martínez, S. (2019). *Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificaciones*. [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional de Piura], Repositorio de la Universidad Nacional de Piura.
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1935/CIV-MAR-AYA-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Vivienda de Perú. (2019). *RM N°242-2019-VIVIENDA "Lineamientos Generales para el uso del BIM en Proyectos de Construcción"*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/343163/RM_-_242-2019-VIVIENDA.pdf?v=1563551669
- Moreno, C. (2019). *Análisis comparativo entre el modelo virtual de proyectos de construcción Building Information Modeling y el modelo convencional de gestión de proyectos, para obras de concreto armado, en empresas constructoras, Huaraz-2017*. [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional de Santiago Antúnez de Mayolo], Repositorio Institucional de UNASAM.
<https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3575>
- Ogbamwen, J. (2016). *Gestión de proyectos de construcción mediante Bulding Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD). Análisis y estudios de dos casos en EE.UU.* [Tesis de Maestría, Universidad Politecnica de Valencia], RiuNet.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73989/TFM%20JUNIOR%20GBAMWEN.%20DEFINITIVO.pdf?sequence=1>

- Ortiz, J., Escalante, P., y Gallegos, D. (2018). *Mejora de la rentabilidad en proyectos de vivienda social en la zona rural de la sierra sur del Perú, aplicando las metodologías BIM-Lean Construction para medianas empresas*. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Repositorio Academico UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624662?show=full&locale-attribute=es>
- Piles, B. (2016). *Impacto dle BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. [Trabajo Final de Grado, Universitat Politecnica de Valencia], RiuNet. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94613/PILES%20-%20EGA-F0071.%20Impacto%20del%20BIM%20en%20la%20gesti%C3%B3n%20del%20proyecto%20y%20la%20obra%20de%20Arquitectura%3A%20Un%20proye....pdf?sequence=1>
- Porras, H., Sánchez, O., y Galvis, J. (2014). Metodología par ala elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tecnologías "Building Information Modeling". *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 14(38).
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/4869>
- Quinteros, E. (2017). La corrupción en Apurímac, problema y desafío. *Intercambio.pe*. <https://intercambio.pe/la-corrupcion-en-apurimac-problema-y-desafio/?print=pdf>
- Reyes Rodriguez, M. (2014). Implantación Metodología BIM en Real Madrid CF. *Spanish Journal of BIM*, 17(2).
<https://s701e818940989375.jimcontent.com/download/version/1580465880/module/12181071426/name/SJBIM%201702.pdf>
- Taquire, I., y Lip, A. (2019). *Ejecución de expedientes técnicos con deficiencias en la construcción de obras de infraestructura pública - Perú*. [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo], Repositorio Digital Institucional UCV.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/42469/Taquire_ZIF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Trejo, N. (2018). *Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*. [Tesis de Pre Grado, Universidad de Chile], Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodolog%c3%ada-BIM-en-la-planificaci%c3%b3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vergara, L. (2017). *Desarrollo del plan estratégico de implementación BIM para empresa constructora en Chile*. [Tesis de Pre Grado, Universidad del Bio Bio], Repositorio de la Universidad de Bio Bio. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/3115/1/Vergara_Riva_Leonardo_Gianfranco.pdf
- Villa, J. (2017). *Implementación de tecnologías BIM-Revit en los procesos de diseño de proyectos en la empresa consultora JC. Ingenieros S.R.L.* [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional de Cajamarca], Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1033>

ANEXOS

Tabla 18.

Matriz de consistencia de informe de tesis

Título: "Influencia de la metodología Building Information Modeling en formulación del Expediente Técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac-Abancay, 2021"				
Línea de Investigación: Gestión de infraestructura para el Desarrollo Sostenible				
Autor: Br. Jose Manuel Marca Huamán				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIM.	METODO
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente: Implementación de la metodología Building Information Modeling. Dimensiones: 1. Características físicas 2. Características funcionales.	Tipo de investigación Investigación aplicada. Método hipotético deductivo. Enfoque cuantitativo. Paradigma positivista. Diseño de investigación: No experimental
¿La metodología Building Information Modeling influye en formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?	Determinar como la metodología Building Information Modeling influye en formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.	La metodología Building Information Modeling influye en formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.		Nivel: Correlacional
Problemas Específicos	Objetivo Especifico	Hipótesis específicas		De corte transeccional. Método de investigación: Investigación científica
¿La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto técnico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?	Identificar como la metodología Building Information Modeling influye en el aspecto técnico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.	La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto técnico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.		
¿La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto económico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?	Explicar como la metodología Building Information Modeling influye en el aspecto económico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.	La metodología Building Information Modeling influye en el aspecto económico del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.	Variable dependiente: Expediente técnico del proyecto. Dimensiones: 1. Carácter técnico 2. Factor económico	
¿Las características físicas del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?	Identificar la influencia de las características físicas del modelo Building Information Modeling en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.	Las características físicas del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.		
¿Las características funcionales del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021?	Identificar la influencia de las características funcionales del modelo Building Information Modeling en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.	Las características funcionales del modelo Building Information Modeling influye en la formulación del expediente técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac - Abancay, 2021.		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1: Licencia de Software Revit.

Las licencias en uso en esta aplicación

▼

Revit

Licencia de usuario : versión del estudiante - [Cambiar tipo de licencia](#)

Detalles de licencia ⓘ **ID de Autodesk**
badinheisen@gmail.com

Comportamiento de licencia
Período prorrogable

Fecha de caducidad de la licencia
sábado, 6 de mayo de 2023

Anexo 2: Licencia de Software Trimble Connect

Ajustes del plan
Administra tus suscripciones: cambia los planes, añade/elimina asientos y modifica los ajustes de renovación automática.

SketchUp Studio Trial

Comprar ahora

<p>ESTADO</p> <p style="background-color: #d9534f; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px; text-align: center;">Caducado</p>	<p>PLAN</p> <p>SketchUp Studio Trial</p>	<p>Aplicaciones incluidas</p> <ul style="list-style-type: none"> SketchUp Pro V-Ray Windows (for Windows) Scan Essentials (for Windows) Predesign Sefaira SketchUp Desktop Viewer 	<ul style="list-style-type: none"> Style Builder LayOut SketchUp Viewer for WMR/HoloLe... SketchUp Viewer for Oculus/Vive SketchUp Mobile Viewer Android (...) SketchUp Mobile Viewer iOS (ARV... 	<ul style="list-style-type: none"> 3D Warehouse SketchUp for Web Trimble Connect Business
<p>FECHA DE CADUCIDAD</p> <p>2020 - JUL - 17</p>	<p>Asientos totales</p> <p>1</p>			

QARPAY

Trimble Connect for Business

<p>ESTADO</p> <p style="background-color: #27ae60; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px; text-align: center;">Activo</p>	<p>PLAN</p> <p>Trimble Connect for Business</p>			
<p>FECHA DE CADUCIDAD</p> <p>2023 - JUN - 19</p>	<p>Asientos totales</p> <p>1</p>			