

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Implementación de BIM en el proyecto recuperación de infraestructura de la  
Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espiritu, Moche, La Libertad**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería  
Estructural

**Sub Línea de investigación:** Gestión de Proyectos de Construcción

**Autores:**

Asmad De la Rosa, Lucero Alessandra

Monja Ruiz, Luis Ángel

**Jurado evaluador:**

**Presidente** : Hurtado Zamora, Oswaldo

**Secretario** : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Vocal** : Gálvez Paredes, José Alcides

**Asesor:**

López Carranza, Atilio Rubén

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-3631-2001>

**TRUJILLO - PERÚ**

**2024**

**Fecha de Sustentación: 2024/10/21**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Implementación de BIM en el proyecto recuperación de infraestructura de la  
Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espiritu, Moche, La Libertad**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería  
Estructural

**Sub Línea de investigación:** Gestión de Proyectos de Construcción

**Autores:**

Asmad De la Rosa, Lucero Alessandra

Monja Ruiz, Luis Ángel

**Jurado evaluador:**

**Presidente** : Hurtado Zamora, Oswaldo

**Secretario** : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Vocal** : Gálvez Paredes, José Alcides

**Asesor:**

López Carranza, Atilio Rubén

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-3631-2001>

**TRUJILLO - PERÚ**

**2024**

**Fecha de Sustentación: 2024/10/21**

# IMPLEMENTACION DE BIM EN EL PROYECTO RECUPERACION DE INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA RAMIRO AURELIO ÑIQUE ESPIRITU, MOCHE, LA LIBERTAD

## ORIGINALITY REPORT

<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>pt.scribd.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.mef.gob.pe</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>documents.mx</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>hdl.handle.net</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>vdocuments.es</b> Internet Source	<b>1%</b>

  
Dr. López Carranza, Atilio Rubén  
Docente asesor  
Registro CIP: 80650

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Exclude assignment template      Activo  
Excluir coincidencias      < 1%

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, López Carranza, Atilio Rubén, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Implementación de BIM en el proyecto recuperación de infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu, Moche, La Libertad”, de los autores Asmad de La Rosa, Lucero Alessandra y Monja Ruiz, Luis Anel, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 6%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 15 de octubre del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “Implementación de BIM en el proyecto recuperación de infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu, Moche, La Libertad”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

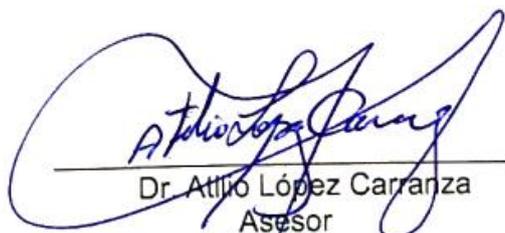
Ciudad y fecha: Trujillo, 15 de octubre de 2024



Br. Asmad De la Rosa, Lucero Alessandra  
DNI: 71320455



Br. Monja Ruiz, Luis Angel  
DNI: 78416211



Dr. Atilio López Carranza  
Asesor

DNI: 32965940

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3631-2001>

## DEDICATORIA

A Dios por el don de la vida.

A la memoria de mi abuelo papá Alejandro, por ser mi fuente de inspiración de perseverancia, que, aunque no esté presente físicamente, su espíritu de superación y éxito siempre me acompaña.

A mis abuelitos Armando y Maliza; mamá Alejandrina, porque con su presencia llenan mi vida de ejemplos vivos de superación constancia y trabajo.

A mis padres Wilmer, Carmen; y a mi pequeña hermanita Marian por su apoyo constante.

A mi familia y amigos, para dejar en cada uno de sus corazones mi gratitud eterna por creer en mí.

**Lucero Alessandra Asmad De la Rosa.**

## **DEDICATORIA**

A mis seres queridos, mi familia, que han sido la fuerza motriz detrás de mi perseverancia y determinación. Su amor incondicional, apoyo inquebrantable y fe incesante en mí, han sido la inspiración constante que me ha impulsado a superar obstáculos y alcanzar mis metas. Esta tesis es un testimonio de su influencia en mi vida y un tributo a la valentía y fortaleza que me han enseñado. Este logro es para todos ellos, con todo mi corazón.

**Luis Angel Monja Ruiz**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han contribuido al éxito de este proyecto. A mis profesores y asesor, por su guía y orientación. A mis amigos, por su apoyo y colaboración. A mi familia, por su amor y fortaleza inquebrantable.

Un agradecimiento especial a mi padre, quien siempre me ha brindado temas de actualización en mi profesión, motivándome a seguir creciendo y mejorando. Su influencia y apoyo han sido fundamentales en mi desarrollo profesional y personal.

Y a todos aquellos que han sido parte de este viaje, por su contribución y dedicación. Este logro no habría sido posible sin su ayuda y apoyo. Les estoy eternamente agradecido".

**Luis Angel Monja Ruiz**

Antes que todo, agradezco a DIOS, por el don de la vida y por ser la fuente de fortaleza para ir por el camino superando cada uno de los obstáculos y aprovechando las bondades de la vida, para lograr cumplir mis objetivos y metas en mi formación profesional.

Al mismo tiempo agradecer a cada uno de mis maestros, que con sus orientaciones y conocimientos hicieron más sólidas las bases en mi formación para lograr ser una ingeniera de calidad.

Y, por último, pero no menos importante, agradezco a mi Papá Ing. Wilmer Asmad Pantoja, a mi tío Ing. Armando B. De la Rosa Celestino, porque su apoyo incondicional fueron mi soporte para lograr con éxito lo hasta ahora alcanzado, así como también a todos aquellos que han contribuido en este proceso lleno de aprendizaje.

**Lucero Alessandra Asmad De la Rosa.**

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo Implementar BIM en el proyecto de recuperación de infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu en el distrito de Moche, La Libertad. Se empleó una metodología cuantitativa, de tipo básico, diseño no experimental, transversal, descriptivo, se utilizó la técnica del análisis documental y de observación utilizado para el modelado 3D de las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias y eléctricas realizado en el software Revit, así como la obtención de metrados y presupuestos BIM que se compararon con los del expediente técnico y en Navisworks se detectaron las incompatibilidades, como instrumento se utilizaron fichas resumen. Los resultados obtenidos mostraron que los planos del expediente técnico carecieron de interoperabilidad, determinándose incongruencias entre las especialidades, el 76.3% de interferencias entre arquitectura y estructuras, el 12% en estructuras vs. instalaciones sanitarias y un 6% entre instalaciones eléctricas vs estructuras, así mismo los metrados y como consecuencia el presupuesto BIM fue mayor en un 21%, siendo la especialidad de estructura la que más variación de presupuesto tuvo, con un 25% de incremento, seguido de la especialidad de arquitectura con un 16% más del presupuesto realizado con el método tradicional, Concluyéndose que la implementación de BIM resultó ser eficiente ya que coadyuvó a comprender, gestionar y precisar mejor la información extraída del expediente técnico, estimándose metrados y costos más precisos, próximos a la realidad.

**Palabras Claves:** Implementación, recuperación, metodología BIM, gestión, información, construcción.

## ABSTRACT

The objective of this study is to implement BIM in the infrastructure recovery project of the Ramiro Aurelio Ñique Espiritu Educational Institution in the district of Moche, La Libertad. A quantitative methodology was used, of basic type, non-experimental, transversal, descriptive design, the technique of documentary analysis and observation was used for the 3D modeling of the specialties of architecture, structures and sanitary and electrical installations carried out in Revit software, as well as obtaining BIM metrics and budgets that were compared with those of the technical file and in Navisworks the incompatibilities were detected, as an instrument, summary sheets were used. The results obtained showed that the drawings in the technical file lacked interoperability, determining inconsistencies between specialties, 76.3% of interferences between architecture and structures, 12% in structures vs. As a consequence, the BIM budget was 21% higher, being the structural specialty the one with the highest budget variation, with a 25% increase, followed by the architectural specialty with 16% more than the budget made with the traditional method. It was concluded that the implementation of BIM was efficient since it helped to better understand, manage and specify the information extracted from the technical file, estimating more precise measurements and costs, close to reality.

**Keywords:** Implementation, recovery, BIM methodology, Building Information Modeling.

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento a los requisitos del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de Ingeniería y escuela profesional de Ingeniería Civil, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: Implementación de BIM en el proyecto recuperación de infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu, Moche, La Libertad. Con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil y la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente

Br. Asmad De la Rosa, Lucero Alessandra

Br. Monja Ruiz, Luis Ángel

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema De Investigación .....	1
1.1.1 <i>Formulación del problema.</i> .....	4
1.2 Objetivos. ....	4
1.2.1 <i>Objetivo General.</i> .....	4
1.2.2 <i>Objetivos Específicos.</i> .....	4
1.3 Justificación del estudio.....	5
II. MARCO DE REFERENCIA .....	7
2.1 Antecedentes Del Estudio.....	7
2.1.1 <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	7
2.1.2 <i>Antecedentes Nacionales</i> .....	8
2.1.3 <i>Antecedentes Locales</i> .....	9
2.2 Marco teórico.....	10
2.2.1 <i>Inicios y Antecedentes BIM.</i> .....	10
2.2.2 <i>Definiciones de BIM.</i> .....	13
2.2.3 <i>Plan BIM Perú</i> .....	14
2.2.4 <i>Beneficios de la aplicación de BIM</i> .....	15
2.2.5 <i>Usos BIM.</i> .....	16
2.2.6 <i>Objetivo General del Plan BIM Perú</i> .....	18
2.2.7 <i>Objetivos Específicos del Plan BIM Perú</i> .....	18
2.2.8 <i>Avances del Plan BIM Perú</i> .....	18
2.2.9 <i>Alcance.</i> .....	19
2.2.10 <i>Gestionar de forma eficiente los proyectos</i> .....	19
2.2.11 <i>Reconocer y precaver riesgos relacionados al desarrollo en un proyecto</i> ... 19	
2.2.12 <i>Refuerza la constructibilidad de un diseño.</i> .....	20
2.2.13 <i>Mejora el proceso de finalización y entrega</i> .....	20
2.2.14 <i>Nivel de Información Necesaria (LOIN).</i> .....	20
2.2.15 <i>Software BIM.</i> .....	22

2.2.16	<i>Para la modelación de la edificación</i> .....	23
2.3	Marco conceptual .....	24
2.4	Sistema de Hipótesis .....	27
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA .....	28
3.1	Tipo y nivel de investigación .....	28
3.2	Población y muestra de estudio .....	28
3.3	Diseño de investigación .....	28
3.4	Técnicas e instrumentos de investigación.....	28
3.6	Procesamiento y análisis de datos.....	29
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	36
4.1	Análisis e interpretación de resultados.....	36
4.1.1	<i>Oe 1. Análisis de documentación del expediente técnico</i> .....	36
4.1.2	<i>Oe 2. Modelado 3D</i> .....	38
4.1.3	<i>Oe 3. Determinación de incompatibilidades</i> .....	45
4.1.4	<i>Oe 4. Comparación entre metrados BIM y metrados tradicionales</i> .....	53
4.1.5	<i>Oe 5. Comparación de presupuestos según especialidades</i> .....	74
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	92
	CONCLUSIONES .....	94
	RECOMENDACIONES.....	95
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
	ANEXOS.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Usos BIM y Usos Iniciales .....	16
<b>Tabla 2</b>	Etapas en el Modelado 3D.....	23
<b>Tabla 3</b>	Matriz de Operacionalización de Variables.....	27
<b>Tabla 4</b>	Presupuestos por Especialidades según Expediente Técnico .....	37
<b>Tabla 5</b>	Resumen de Número de Incompatibilidades entre las Disciplinas Estudiadas...	53
<b>Tabla 6</b>	Comparación de Metrados en Estructuras.....	55
<b>Tabla 7</b>	Comparación de Metrados en Arquitectura.....	60
<b>Tabla 8</b>	Comparación de Metrados en Instalaciones Sanitarias.....	63
<b>Tabla 9</b>	Comparación de Metrados en Instalaciones Eléctricas.....	69
<b>Tabla 10</b>	Comparación de Presupuestos en Estructuras.....	75
<b>Tabla 11</b>	Comparación de Presupuestos en Arquitectura.....	79
<b>Tabla 12</b>	Comparación de Presupuestos en Instalaciones Sanitarias.....	82
<b>Tabla 13</b>	Comparación de Presupuestos en Instalaciones Eléctricas.....	87
<b>Tabla 14</b>	Resumen Comparativo de Presupuestos.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Principios Fundamentales de la Gestión de Información utilizando BIM_____	13
<b>Figura 2</b>	Entidades y Programas Implicados en la Adopción BIM en el Perú _____	15
<b>Figura 3</b>	Beneficios BIM_____	16
<b>Figura 4</b>	Nivel de Información Necesaria_____	21
<b>Figura 5</b>	Progresividad del nivel de información según las fases del ciclo de inversión	21
<b>Figura 6</b>	Modelado 3D de Arquitectura y Estructura _____	24
<b>Figura 7</b>	Modelo 3D a detalle de Instalaciones Sanitarias_____	24
<b>Figura 8</b>	Lamina E-04, Plano: Cimentación General, Especialidad: Estructuras. _____	29
<b>Figura 9</b>	Cinta de Opciones de Estructuras _____	30
<b>Figura 10</b>	Cinta de Opciones de Arquitectura _____	31
<b>Figura 11</b>	Interfaz de Usuario para Modelado en Revit 2023 _____	31
<b>Figura 12</b>	Cintas de Opciones de Sanitarias y Eléctricas _____	32
<b>Figura 13</b>	Archivo .rvt con Visibilidad de Punto de Reconocimiento y Punto Base. ____	33
<b>Figura 14</b>	Especialidad de Estructuras en la Nube Compartida Trimble Connect. ____	34
<b>Figura 15</b>	Team del proyecto en Trimble Connect. _____	34
<b>Figura 16</b>	Modelo Federado del Proyecto en Navisworks. _____	35
<b>Figura 17</b>	Planilla de metrados de Arquitectura_____	37
<b>Figura 18</b>	Modelado 3D de Estructuras_____	38
<b>Figura 19</b>	Modelado 3D de Estructuras: Modulo 2. _____	39
<b>Figura 20</b>	Modelado 3D de Estructuras: Modulo 6: Concreto y Acero. _____	39
<b>Figura 21</b>	Modelo 3D de Arquitectura: Modulo 2 - Exteriores._____	40
<b>Figura 22</b>	Modelo 3D de Arquitectura: Interiores del Módulo 2 _____	40
<b>Figura 23</b>	Modelo 3D de Arquitectura: Interior SS.HH. _____	41
<b>Figura 24</b>	Modelo 3D de Instalaciones Sanitarias: Agua Fría (SAF). _____	41
<b>Figura 25</b>	Modelo 3D de Instalaciones Sanitarias: Drenaje Pluvial (SDP). _____	42
<b>Figura 26</b>	Modelado 3D de Instalaciones Sanitarias: Sistema de Desagüe (SDG)_____	42
<b>Figura 27</b>	Modelo 3D de Instalaciones Sanitarias: Contra Incendios (SCI)._____	43

<b>Figura 28</b>	Modelo 3D Instalaciones Eléctricas: Alimentadores y Tableros Eléctricos. _	43
<b>Figura 29</b>	Modelo 3D Instalaciones Eléctricas: Comunicadores._____	44
<b>Figura 30</b>	Modelo3D Luminarias y Tomacorrientes Modulo 5. _____	44
<b>Figura 31</b>	Modelo Federado del Proyecto _____	45
<b>Figura 32</b>	Incompatibilidad entre columnas y los deportiva _____	45
<b>Figura 33</b>	Incompatibilidad entre Columna y Puerta del Módulo 7 _____	46
<b>Figura 34</b>	Incompatibilidad entre Muros, Viguetas y Columnetas._____	46
<b>Figura 35</b>	Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks. _____	47
<b>Figura 36</b>	Conflicto entre pozo de puesta a tierra y cimentación del cerco Perimétrico. _____	47
<b>Figura 37</b>	Conflicto entre Luminaria y Viga Voladizo. _____	48
<b>Figura 38</b>	Conflicto entre Columna y Tablero de Distribución. _____	48
<b>Figura 39</b>	Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks. _____	48
<b>Figura 40</b>	Tuberías Sanitarias Atraviesa Elementos Estructurales._____	49
<b>Figura 41</b>	Interferencias entre Arquitectura e Instalaciones Sanitarias. _____	49
<b>Figura 42</b>	Conflicto entre Ventana y Tubería Eléctrica. _____	50
<b>Figura 43</b>	Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks. _____	50
<b>Figura 44</b>	Interferencia entre Mobiliario Arquitectónico y Tubería Sanitaria. _____	50
<b>Figura 45</b>	Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks. _____	51
<b>Figura 46</b>	Compatibilidad de Modelos 3D: Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias. _____	51
<b>Figura 47</b>	Conflicto entre Buzones Eléctricos y Tubería Sanitarias. _____	52
<b>Figura 48</b>	Interferencia entre Luminaria y Tubería Sanitaria. _____	52
<b>Figura 49</b>	Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks. _____	52
<b>Figura 50</b>	Interfaz de Revit en el Reporte de Metrados _____	53
<b>Figura 51</b>	Resumen Comparativo entre Presupuestos _____	91

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Problema De Investigación

El término Building Information Modeling (BIM, por sus siglas en inglés) está en el mundo desde hace más de 40 años, en estos últimos 20 años ha empezado a adquirir más popularidad desde que varias empresas tecnológicas deciden implementar BIM basados en softwares, lanzándolo a disposición del sector de la construcción (Almeida, 2019).

El primer país en desarrollar esta metodología es Estados Unidos, con un concepto de “Modelado Virtual” en cual lograron presentar la primera descripción de un modelo virtual de un edificio a mediados de los 70, pero su primera implementación real comenzó en los años 90. Es en el año 1997, con la primera versión de los archivos .ifc, archivos de extensión 3D, que la industria estadounidense se dio cuenta de la importancia de esta tecnología BIM en las construcciones (Biblus, 2018).

Se considera a los Estados Unidos como uno de los países más avanzados en la adopción de BIM, pero estudios recientes determinan que en los 4 últimos años la adopción de BIM por los estados confederados de EE.UU. se ha desarrollado de una manera muy lenta con respecto a la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (Ademci & Gundes, 2018).

Un plan de 2016-2020 adoptado por el Reino Unido, que requiere un uso BIM de nivel 2 para todas las obras públicas, muestra como Estados Unidos se ha quedado atrás a diferencia de otros países. Actualmente el Reino Unido es a menudo uno de los campeones mundiales de BIM y líder en Europa en la implementación de BIM debido a su plan de acción BIM bien estructurado y administrado dentro de la industria Architecture, Engineering & Construction (AEC por las siglas en inglés), sector dedicado a las labores de diseño y construcción (Biblus, 2018).

El período de adopción de la metodología BIM en las regiones de Latinoamérica comenzó en 2016 y se extenderá hasta el año 2030, con una duración promedio de unos 8 años. Hoy en día países como Colombia, Costa Rica y México proponen 5 años en cambio otros como Perú y Brasil, cuyo plan se prospecta a una duración promedio de 12 años todos con el objetivo de aumentar su productividad. También existen organizaciones internacionales con el propósito de impulsar la aceptación e impulsar el BIM, como es el caso de la Red BIM de

Gobiernos Latinoamericanos, conformada por los distintos representantes del sector público de los países de la región (Studio S, 2019).

El país vecino Chile, la metodología BIM la usa mayormente para detectar las interferencias entre especialidades y resolver conflictos geométricos de los proyectos. En el 2018, Chile era uno de los países con mejor aceptación de la metodología BIM en Latinoamérica, creando la organización Plan BIM Chile, promoviendo el uso de BIM en los sectores públicos y privados, el objetivo de esta organización es el aumento de productividad y sustentabilidad de la industria impulsando la transformación digital de la Industria (Soto, 2020). Hoy en día su período de implementación va del año 2016 al 2025, adoptando al 2021 (Studio S, 2019).

En nuestro Perú, actualmente se viene planificando, coordinando y construyendo de forma irresponsable e informal, sean proyectos del sector público o privado, dando como resultado inadecuados procesos constructivos generando sobre costos y además ampliaciones de plazo, disminuyendo la competitividad y productividad en el sector construcción. Los proyectos de infraestructura según el CPC 2022, el sobrecosto de obras con respecto al costo del expediente técnico (ET) ascendió a 17,7% en promedio, en proyectos de los tres niveles de gobierno y según Flyvbjerg y Bester (2021), la diferencia entre los costos de los E.T. y los costos finales de obras se encuentra entre 39% y 43%.

La Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Negocios PUCP-Centrum y el Instituto de Desarrollo de Gestión (Institute of Management Development, IMD) Suiza, presentaron los resultados de la edición 2023 del Ranking de la Competitividad Mundial, con base en medir la competitividad, Perú ocupó el puesto 55 entre 64, perdiendo una posición en el ranking general en comparación 2022. La medición se realiza a través de cuatro pilares, desempeño económico, eficiencia del gobierno, eficiencia de negocios e *Infraestructura*, ocupando en este último el puesto 60 de 64 países (IMD & Centrum PUCP, 2023).

En respuesta a los diferentes puntos, con altos y bajos en el sector construcción, los bajos niveles de competitividad y productividad, los sobrecostos de obras finalizadas, el 28 de Julio del 2019 se aprueba el Plan Nacional de Competitividad y Productividad, según Decreto Supremo N° 237-2019-EF emitido por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), mediante un Consejo Directivo del Consejo Nacional de Competitividad y Formalización (CNCF) presentan al país,

el *Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030*, conteniendo 84 medidas de política que tienen el propósito de efectuar 9 objetivos prioritarios (OP) entre los cuales destacan el “OP N° 1: Infraestructura: Dotar al país de infraestructura económica y social de calidad” teniendo a su vez Medidas de Política, entre ellas el “Plan BIM” con el objetivo de implementar la metodología colaborativa de Modelamiento de la Información para la Construcción (BIM) para mejorar la gestión y reducir los costos de los proyectos de inversión pública (MEF, 2019).

Por otro lado, las entidades y/o organismos del estado estiman anualmente los valores de Indicadores de Brechas (IB) en Infraestructura de Educación donde la región La Libertad, según el diagnóstico de brechas de infraestructura y accesos a servicios públicos en el departamento de La Libertad 2026-2028, presenta los siguientes datos:

- *“Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Básica Alternativa con Capacidad instalada Inadecuada”*, señala que el valor del IB es de 90.48% (GRLL, 2024).

- *“Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Primaria con Capacidad instalada Inadecuada”* señala que el valor del IB es de 96.82% (GRLL, 2024).

- *“Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Secundaria con Capacidad instalada Inadecuada”* con un valor de IB igual a 96.28%. (GRLL, 2024).

A nivel de Trujillo:

- Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Básica Alternativa con Capacidad instalada Inadecuada con un valor de IB igual a 89% (Invierte.pe, n.d.) En el Diagnóstico de brechas mencionado, elaborado GRLL señala que el valor del IB es de 90.91% (GRLL, 2022).

- Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Primaria con Capacidad instalada Inadecuada con un valor de IB igual a 90% (Invierte.pe, n.d.) En el Diagnóstico de brechas mencionado, elaborado GRLL señala que el valor del IB es de 94.87% (GRLL, 2022).

- Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Secundaria con Capacidad instalada Inadecuada con un valor de IB igual a 88%

(Invierte.pe, n.d.) En el Diagnóstico de brechas mencionado, elaborado GRLI señala que el valor del IB es de 82.14% (GRLI, 2022).

En el Distrito de Moche los IB son los siguientes:

- Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Básica Alternativa con Capacidad instalada Inadecuada con un valor de IB igual a 100% (Invierte.pe, n.d.) coincidiendo con el Diagnóstico de brechas mencionado. (GRLI, 2022)

- Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Primaria con Capacidad instalada Inadecuada con un valor de IB igual a 67% (Invierte.pe, n.d.)

- Porcentaje de Unidades Productoras con el servicio de Educación Secundaria con Capacidad instalada Inadecuada con un valor de IB igual a 50% (Invierte.pe, n.d.)

Con la finalidad de solucionar en parte esta problemática se pretende aplicar la metodología del modelado de información de construcción (BIM), al expediente técnico “Recuperación de la I.E. N° 80047 Ramiro Aurelio Ñique Espiritu de Nivel Primaria y Secundaria, en el distrito de Moche, provincia de Trujillo, región La Libertad” buscando optimizar el desempeño, frente a métodos constructivos convencionales anticipándonos a lo que será en sí la construcción real, para que no exista diferencias entre lo planificado y lo ejecutado, permitiendo de esta manera una mejor eficiencia, producción y calidad en la construcción.

### **1.1.1 Formulación del problema.**

¿Qué eficiencia tendría la implementación de BIM, en el proyecto recuperación de la infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espiritu, Moche, La Libertad?

## **1.2 Objetivos.**

### **1.2.1 Objetivo General.**

- Implementar BIM en el proyecto de recuperación de infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espiritu en el distrito de Moche, La Libertad.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- Analizar la documentación del expediente técnico en las especialidades de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias y eléctricas del proyecto realizado con el método tradicional.

- Elaborar los modelos 3D, de las especialidades en estudio.
- Detectar incompatibilidades entre los modelos 3D de las especialidades.
- Comparar los metrados BIM y metrados del expediente técnico.
- Comparar y analizar los presupuestos obtenidos de la aplicación BIM con el expediente técnico.

### **1.3 Justificación del estudio.**

Este estudio tiene una finalidad social ya que pretende brindar a la sociedad científica, a la Gerencia Regional de Estudios Definitivos del GRLL, profesionales implicados a la ingeniería civil y al público en general, toda la data obtenida acerca de los usos y adopción del modelamiento de información de construcción (BIM) en la recuperación de la infraestructura de la institución educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu en el distrito de Moche, como procedimiento de desarrollo y/o formación de proyectos de infraestructura en la gestión de información.

Este estudio nos permitirá la aplicación de una amplia gama de conocimientos obtenidos en el curso de la formación académica en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Asimismo, aplicaremos herramientas digitales como son Revit 2023, Navisworks, Trimble Connect, S 10 y Excel; para lograr encontrar disconformidades y realizar una evaluación integral de todo el proyecto de edificación.

Aplicando la tecnología BIM en la recuperación de la infraestructura de la institución educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu en el distrito de Moche, el análisis de incompatibilidades se puede realizar en diferentes disciplinas, como la especialidad de estructura, la arquitectura, la instalación eléctrica y el saneamiento. Gracias a esta metodología se pueden identificar y corregir oportunamente diversas deficiencias que se pudieron haber detectado antes de la ejecución de dicho proyecto, así como las bondades y beneficios que trae en comparación con el modelo de construcción convencional.

En este caso, la tecnología BIM proporciona un mejor control y planificación. Así que, teniendo en cuenta que BIM y sus instrumentos como el modelamiento BIM de la especialidad, la detección de incompatibilidades, soluciones y generación de costos y tiempos BIM; fueron orientadas para optimizar el proceso en los proyectos de construcción en beneficio a la mayoría de las partes involucradas. De

igual forma, al adoptar dicha metodología, las empresas pueden obtener más ganancias en la realización de proyectos. Otro beneficio que tienen las empresas, es que sostienen la ventaja de poder ser más competitivas en el proceso de construcción y así lograr desmarcarse de sus competidores.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Antecedentes Del Estudio**

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Cabello (2020) en su investigación La metodología BIM en la Dirección de ejecución: Aplicación en la reforma integral del colegio mayor Hernando Colón elaboran a partir de la planimetría, un modelo BIM, con la finalidad de mejorar la dirección de ejecución, debido a que se buscan acortar los tiempos, para la toma de decisiones de las interferencias que se encuentren durante la ejecución y a su vez tener un registro de información para su mantenimiento. En conclusión, se afirma que la implementación de la metodología BIM es una herramienta útil que nos ayuda de manera eficaz en la dirección de ejecución en diversos aspectos durante el proceso.

Lobos (2021) en la tesis Análisis del impacto de realizar una planificación de obra utilizando metodología BIM en función a tiempo, costo y calidad realizada en Santiago, Chile, con la finalidad de implementar el método BIM en la planificación de obra tanto en tiempo, costos y calidad, empleándose una revisión bibliográfica aplicado mediante un caso de estudio en la inmobiliaria Aconcagua, concluyendo que BIM produce un alto impacto y muchos beneficios en quienes la utilizan, optimizando la información, administración en el futuro de los proyectos en función a costos y tiempos.

Mendoza (2021) en su investigación La importancia de la metodología BIM dentro de un proceso en la etapa de planeación de un proyecto” realizada en Ciudad de México, realizaron una revisión literaria respecto a la metodología BIM a fin de coadyuvar eficientemente la gestión de proyectos, Se llegó a la conclusión que la elaboración de un modelo del proceso constructivo en BIM resulta ser una herramienta que facilita gran manera la gestión de información de un proyecto de construcción.

Zapata (2021) en su investigación: Metodología de medición de avance en modelos de proyectos de edificación realizados con metodología BIM realizada en Santiago, Chile, con la finalidad de medir el avance de los modelos en estudios de construcción bajo estándares BIM comparado el avance planificado, mediante la técnica de encuesta y una revisión bibliográfica, llegándose que el 80% utilizan la metodología BIM; se valora significativamente el modelo haciéndose relevante, a medida que los involucrados trabajan se van dando cuenta de la importancia de

esta metodología, la necesidad de tener una metodología objetiva formada en condiciones de calidad nacional como internacional sería de mucha ayuda y beneficio a la gran cantidad de personas que usan BIM.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Mena & Timana (2022) en su investigación “Aplicación de la metodología BIM en el proyecto institución educativa inicial N°1373 - Ollanta Humala, 26 de octubre, Piura, 2022” realizó el modelamiento de los planos en las diferentes especialidades contempladas en el expediente técnico, desarrollado en el software Revit 3D, y así mismo detectó las incompatibilidades y comparó la información entre el expediente técnico y el modelo BIM. La metodología BIM en el expediente de la I.E.I. N°1373 permitió un pronóstico temprano de los errores en los planos, influyendo en el costo de la obra, siendo el valor de S/ 59,407.19 y así mismo en el tiempo estimado de duración, con 41 días calendarios de diferencia.

Rivas & Umbo (2022) en su investigación “Aplicación de la Metodología BIM en la Etapa de Proyecto de la Institución Educativa María Victoria de Parachique, Sechura, Piura” desarrollaron la implementación BIM al expediente técnico de un Colegio, teniendo que analizar las partidas de las 4 especialidades, realizando el modelado 3D mediante Revit. Luego bajo esta metodología se compatibilizó las especialidades y se evidenciaron interferencias entre ellas. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron hallazgos de colisión por la opción “Clash detective” entre las especialidades, además de las diferencias en metrados y en costos entre la metodología tradicional y la aplicación de BIM.

Carrizales & Astocaza (2023), en su indagación acerca de cuantificar la diferencia en costos y metrados en tres instituciones educativas mediante los procesos tradicionales y la metodología BIM en Palpa-Ica, aplicando las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias, con una investigación de tipo aplicada, población originada por todos los proyectos del Organismo Supervisor de la Contrataciones del Estado (OSCE)-2020 y la muestra de 3 instituciones educativas, con muestreo no probabilístico por conveniencia, resultando un exceso de metrados de 30.6%, 8.5% y 27.1% con el método tradicional respecto a la metodología BIM, incrementando ostensiblemente su presupuesto. Concluyéndose que BIM permite ventajas de calidad en cuanto a información, costos y tiempo frente al método tradicional, lo que garantiza su aplicación en este constante cambio y evolución de tecnologías.

Pérez & Herrera (2023), en su investigación con el objetivo de determinar la incidencia del costo y tiempo aplicando la metodología Building Information Modeling en la Institución Educativa 14641 Buenos Aires - Piura, 2023, con una investigación de tipo básica, enfoque cuantitativo, de diseño descriptivo; como población se tuvo a los proyectos de inversión pública de instituciones educativas inmersos en la región de Piura, y cuya muestra fue la institución educativa referente, se obtuvo como resultado una diferencia entre el costo y tiempo utilizando BIM de aproximadamente S/ 586,521.67 respecto al método tradicional. Concluyéndose que el costo fue menor en un 10.05% con BIM frente al método tradicional.

Chapoñan & Olano (2024), en su estudio cuyo objetivo fue la implementación de la metodología BIM en el expediente técnico en la institución educativa N°10113, Santa Rosa-Lambayeque, con una investigación aplicada, de ruta cuantitativa, no experimental descriptiva, la población estuvo constituida por todas las instituciones educativas pertenecientes a las unidades de gestión educativa Lambayeque, teniendo como muestra a la institución educativa N°10113, utilizándose un muestreo no probabilístico a criterio, con técnicas e instrumentos observacionales, resultando un 53.2 de incompatibilidades en el modelado y un 6.2% en el diseño, el 3.7% tanto en las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias, de la misma manera existieron diferencias en las especialidades en cuanto a metrados y costos. En conclusión, se obtuvo un menor costo respecto al expediente técnico de aproximadamente S/ 4 173.86 con el uso de BIM.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

Quesquén (2021) en su investigación Evaluación de la Rentabilidad, aplicando tecnología BIM en el proyecto inmobiliario villa silvestre, campiña moche, Trujillo – 2021 plantea evaluar la rentabilidad en la construcción de un proyecto inmobiliario, teniendo como muestra 5 viviendas comparando la metodología tradicional y aplicando la metodología BIM teniendo como puntos de estudio el control de costos, tiempo, documentario y cierre de contratos. Teniendo como resultados que la implementación BIM maximiza la rentabilidad positiva de un 1.39% así como también genera un mayor porcentaje de ganancia mientras que con la metodología tradicional se genera una rentabilidad negativa de 3.94% a su vez produce pérdidas que nos llegan a generar ampliaciones de plazo para poder cumplir con las actividades.

Florian (2022) en su investigación: Planificación y modelado bajo la metodología Building Information Modeling del expediente técnico educativo N°1586 del distrito de Simbal, 2022. Se enfoca en la planificación y modelado a través de la metodología BIM de Expedientes de proyectos educativos. Desarrolló un modelo con un detalle LOD300, utilizando el software de Autodesk Revit para la modelación de las especialidades y el programa Delphin Express para la planificación de la programación y el presupuesto de obra. Dando como conclusión que mediante BIM se obtuvieron metrados, presupuestos y programación general de manera más precisa y eficiente.

Llanos & Orbegozo (2023), en su estudio con el objetivo de determinar la relación entre la metodología BIM y productividad en la institución educativa N°2199, el Porvenir -Trujillo, investigación aplicada, cuantitativa de diseño no experimental, correlacional, constituida por una población conformada por 61 instituciones educativas de El Porvenir y la muestra por la institución educativa intervenida, resultando del análisis documentario del expediente técnico, que la elaboración de un proyecto de manera tradicional acarrea errores que generan atrasos durante la ejecución, BIM anticipa y mejora la toma de decisiones en cuanto a costo y tiempo. Concluyéndose que las incongruencias son inevitables cuando se desarrolla un proyecto de forma tradicional, teniendo láminas de cortes con variaciones respecto a los planos en planta, traducándose en un aumento de costo presupuestal.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Inicios y Antecedentes BIM**

Hardin & Mccool (2015) nos dicen que antes de la llegada de BIM, la industria de la construcción generalmente trabajaba en silos, donde cada miembro de un equipo de proyecto veía únicamente por sus propios intereses y el proyecto pasaba a un segundo plano de otras prioridades. Para agravar aún más el problema del aislamiento estaba la prevalencia del método de entrega de licitaciones estrictas, que aislaba a los miembros del equipo entre sí por contrato y financieramente. Tanto la cultura como este método de entrega distante crearon un entorno litigioso plagado de desperdicios y sobrecostos.

El objetivo de BIM es, virtualmente construir una estructura en un software antes de construirla físicamente, como si estuvieras diseñando un videojuego y quieras diseñarlo y modificarlo a tu antojo. De igual forma en el ámbito de la

construcción, a los profesionales partícipes del proyecto se le permite de una manera cómoda hacer el diseño, el análisis, el secuenciar, explorar y modificar los proyectos de modo digitalizado cuyo medio es mucho más económico realizar modificaciones que, en campo durante la ejecución, donde lógicamente las correcciones son exponencialmente más costosas. Hoy en día, se ha vuelto una realidad esta promesa, existe una variedad de softwares BIM y aplicaciones móviles que están ofreciendo resultados que reducen los riesgos de la construcción. Aunque algunas herramientas son más avanzadas que otras, rara vez nos encontramos en un callejón sin salida en el que alguna función es simplemente "imposible" y no se puede lograr mediante la tecnología.

En la actualidad el Reino Unido lidera en el mundo y en Europa la implementación de esta metodología, siendo modelo de muchas naciones que también desean implementar la metodología. En el 2018 el Reino unido actualizó sus normas de estandarización a través de la serie ISO 19650 sobre modelado de información de construcción (BIM):

**BS EN ISO 19650.** Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo BIM – Gestión de información usando BIM. Es la primera parte, describe conceptos y principios, brinda recomendaciones sobre cómo administrar la información del edificio. (Standards UK BIM Framework, n.d.)

**BS EN ISO 19650-2.** Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo BIM – Gestión de información usando BIM, incorporada en febrero del 2021. Es la segunda parte, suple los requerimientos de gestión de información en la fase de entrega de activos. (Standards UK BIM Framework, n.d.)

En el 2020, el Reino Unido adicionó normas de estandarización en la serie mencionada.

**PD ISO 19650-0: 2020.** Guía de transición BS EN ISO 19650. Publicada el 31 marzo 2020. Es una guía para ayudar a aquellos que están familiarizados con los estándares del Reino Unido BS 1192:2007 + A2:2016 y PAS 1192-2:2013 y los implementan en la transición a los nuevos estándares internacionales BS EN ISO 19650-1 y BS EN ISO 19650 -2.

**BS EN ISO 19650-3: 2020.** Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo BIM – Gestión de información

usando BIM. publicada el 31 agosto del 2020. Define las condiciones para la gestión de la información en forma de un proceso de gestión, teniendo en cuenta la operación de los bienes y el intercambio de información dentro de ella, usando BIM. (Standards UK BIM Framework, n.d.)

*¿Para quién es ISO 19650-3?* Ingenieros civiles, propietarios y operadores de activos construidos de todos los tamaños y niveles de complejidad, desde edificios individuales y carteras de edificios (gubernamentales y comerciales) hasta redes de infraestructura (ferrocarril, carretera, etc.) y piezas de infraestructura (puentes, prevención de inundaciones, etc.).

*¿Por qué debería utilizar la norma ISO 19650-3?* Proporciona el desarrollo común de gestión de información que permite a la parte contratante (como el propietario de un activo, el operador de un activo o el proveedor de gestión de activos subcontratado) establecer sus requisitos de información durante la fase operativa de un activo, y proporcionar el entorno de colaboración adecuado. Lograr sus metas empresariales mediante el uso, la producción y la gestión eficaz de datos durante las fases de funcionamiento y de fin de vida de los activos. Las múltiples partes designadas pueden producir información de manera eficaz y eficiente. (Standards UK BIM Framework, n.d.)

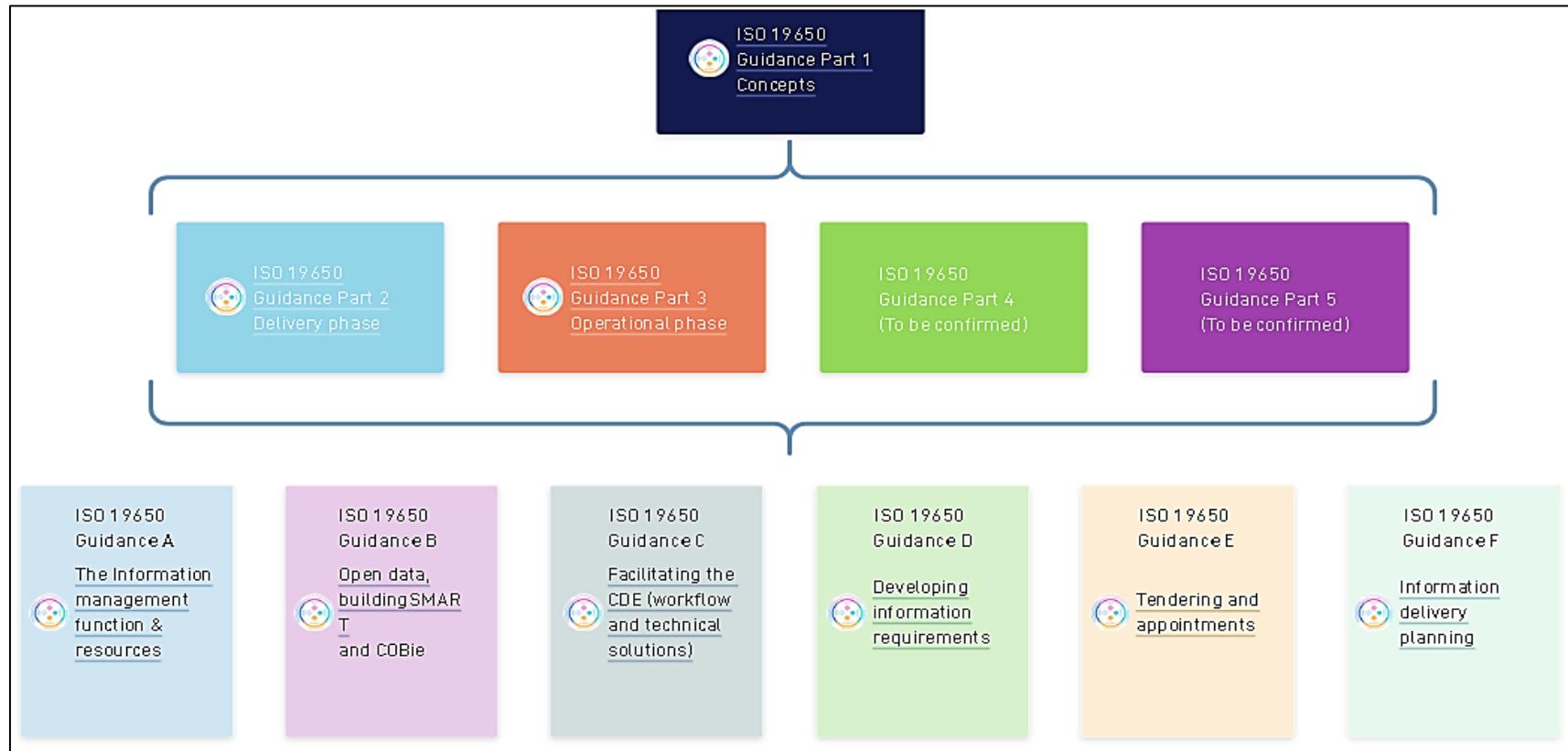
**BS EN ISO 19650-4: 2022.** Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo BIM – Gestión de información usando BIM, publicada el 31 agosto del 2020. La cuarta parte que sustituye a BS 1192-4. (*Standards UK BIM Framework*, n.d.)

**BS EN ISO 19650-5: 2020.** Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo BIM – Gestión de información usando BIM, publicada el 31 agosto del 2020. Quinta parte, donde la etapa de madurez de BIM se ajusta y define en ISO 19650-1, también prescribe la gestión orientada a la seguridad de la información confidencial, incluida la necesidad de supervisión y auditoría del cumplimiento.

En la figura 1 se resumen las actualizaciones de la serie ISO 1960 y los principios fundamentales de BIM.

**Figura 1**

*Principios Fundamentales de la Gestión de Información utilizando BIM*



Fuente: *Standards UK-BIM-Framework*

### **2.2.2 Definiciones de BIM**

Según el consultor en BIMFOR Rafael Perea Mínguez (2020), señala que:

BIM, acrónimo de Building Information Modeling, es un método de trabajo colaborativo útil para documentar todo el ciclo de vida de la infraestructura, mejorando las herramientas de información para gestionar una base de conocimiento procesable para todas las partes involucradas.

Los arquitectos Boukara y Naamane (2015), mencionan que:

BIM es un modelo de plataforma inteligente que puede informar la planificación, el diseño, la construcción y la gestión de edificios e infraestructura, por lo que va más allá de la planificación CAD y proporciona información detallada sobre el edificio y sus consideraciones, así como las relaciones espaciales de la infraestructura.

En el Plan BIM Perú, estrategia desarrollada por el MEF, le da una definición a BIM como:

Un método colaborativo favorable de gestión de la información para inversiones públicas o privadas, porque utiliza un modelo en el que participan todas las partes, lo que posibilita decidir y brindar una base confiable, ya que permite el control de la información. Años de planificación, preparación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructura” (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2021)

El portal INVIERTE.PE nos indica que:

BIM, la metodología colaborativa se basa en el empleo de estándares, procesos, herramientas y tecnologías con el fin de crear modelos en medios virtuales-digitales de un edificio o infraestructura, durante su ciclo de vida, mediante la utilización de entorno de datos compartidos.

La compañía Autodesk.Inc. señala que El modelado de información de construcción (BIM) es el principio de la transformación digital en el sector de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC, por sus siglas en ingles). Como líder en BIM, Autodesk es el socio del sector para conseguir mejores formas de trabajar y mejores resultados para las empresas y el mundo de la construcción.

### **2.2.3 Plan BIM Perú**

El Plan BIM peruano es una disposición política propuesta en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas. Es un proyecto nacional para la operación paso a paso de Modelos de Información de Construcción (BIM) a lo largo de las etapas del ciclo de inversión, desarrollado por instituciones públicas y privadas en el marco del Sistema

Nacional de Programación Multilingüe y Gestión de Inversiones. tu estrategia de forma transparente. Coordinación con el sector privado y la academia. El Plan BIM de Perú define la implementación continua de los objetivos y procedimientos BIM en todas las inversiones del sector público y corporativo cubiertas por el sistema de gestión de inversiones y planificación plurianual del país para 2030. El plan BIM Perú tiene como objetivo asegurar la ejecución de las inversiones y optimizar su eficiencia y calidad en el transcurso del ciclo de inversión.

## Figura 2

*Entidades y Programas Implicados en la Adopción BIM en el Perú*



Fuente: MEF

BIM no se trata solo de usar herramientas técnicas. Su objetivo principal es garantizar un procesamiento eficiente de la información. Siendo esencial en la planificación y ejecución de inversiones, desde la determinación de los requisitos de los activos hasta el uso final, incluidos el concepto, el desarrollo, la operación, el mantenimiento y la eliminación. (MEF, 2023)

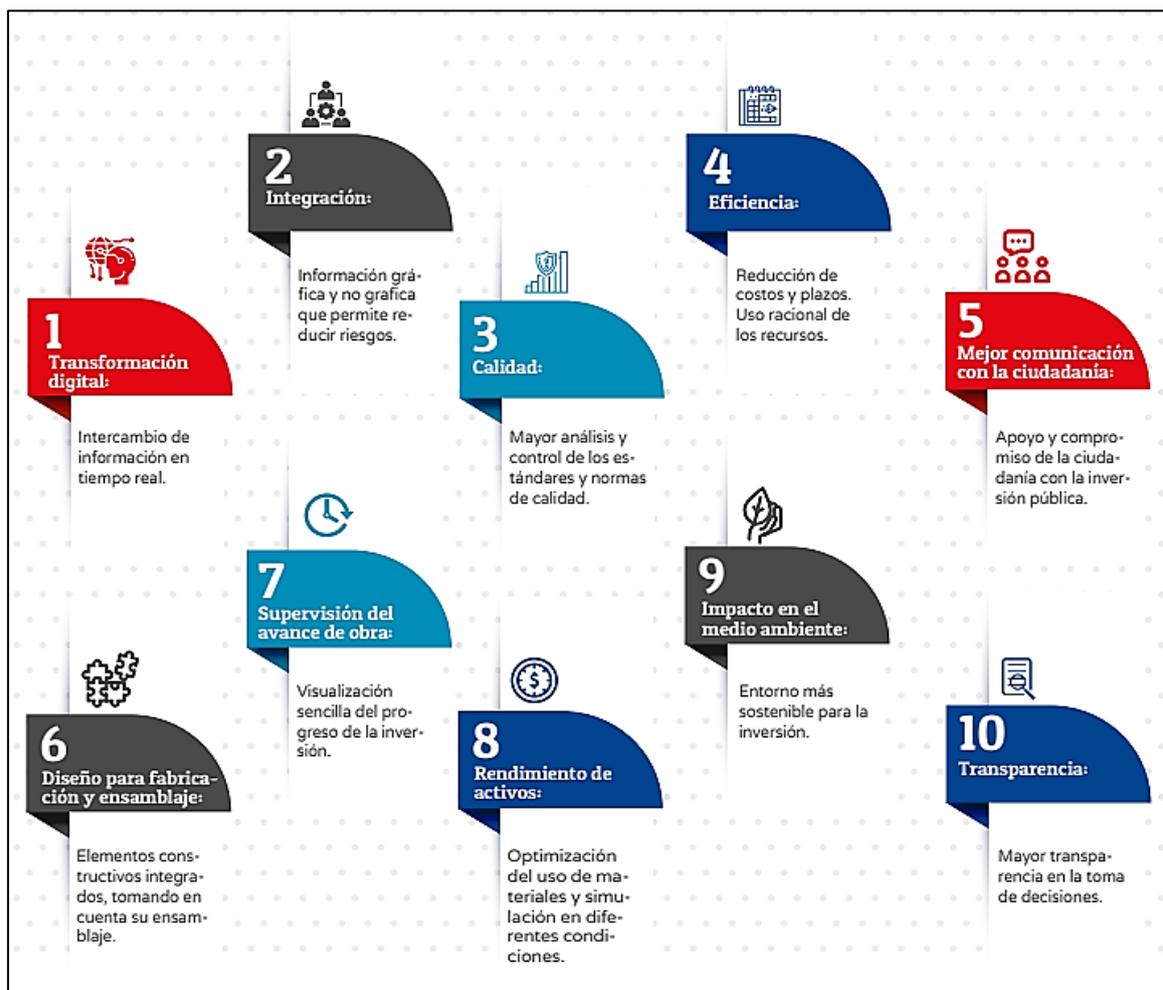
En el sector público la implementación de BIM se viene desarrollando mediante la Guía Nacional BIM que es una referencia al estándar internacional ISO 19650 entre otros internacionales estándares. Criterios basados en los antecedentes de inversión del Perú. (MEF, 2022)

### **2.2.4 Beneficios de la aplicación de BIM**

Según la Guía Nacional BIM, establece los siguientes beneficios en la aplicación BIM, como transformación digital, integración calidad, eficiencia, mejor comunicación con la ciudadanía, diseño para fabricación y ensamblaje, supervisión del avance de obra, rendimiento de activos, impacto en el medio ambiente, transparencia (MEF, 2023). La siguiente figura brinda información resumida acerca de lo mencionado.

**Figura 3**

*Beneficios BIM*



Fuente: Guía Nacional BIM

**2.2.5 Usos BIM**

Para desarrollar una inversión en la implementación de BIM, es necesario determinar para qué fines se utilizará BIM. Se aplican a las inversiones consistentes con los propósitos identificados y los requisitos de información. Es importante tener en cuenta que el uso de BIM debe adaptarse de acuerdo con la madurez de gestión de información BIM de una entidad y los recursos disponibles.

De acuerdo con las Directrices Nacionales BIM, algunos se identifican como usos primarios, se recomienda aplicar en las primeras etapas de BIM. (MEF, 2023)

**Tabla 1**

*Usos BIM y Usos Iniciales*

#	Uso
1	<b>Levantamiento de condiciones existentes</b>
2	Análisis del entorno físico
3	<b>Diseño de especialidades</b>

4	<b>Elaboración de documentación</b>
5	Visualización 3D
6	<b>Coordinación de la información</b>
7	Análisis del programa arquitectónico
8	<b>Estimación de cantidades y costos</b>
9	Revisión del diseño
10	Análisis estructural
11	Análisis Lumínico
12	Análisis energético de las instalaciones
13	Análisis de constructibilidad
14	Análisis de otras ingenierías
15	Evaluación de Sostenibilidad
16	<b>Detección de interferencias e incompatibilidades</b>
17	<b>Planificación de la fase de ejecución</b>
18	Diseño de sistemas constructivos para la ejecución
19	Fabricación Digital
20	Planificación de obras preliminares y provisionales
21	Control de equipos para modelaje
22	<b>Modelo de información As-built</b>
23	Gestión de activos
24	Programación de operación y mantenimiento
25	Análisis de los sistemas del activo
26	Gestión y seguimiento del espacio activo
27	Planificación y prevención de desastres

*Nota: Los usos en negrita se consignan como Usos iniciales.*

*Fuente: Guía Nacional BIM versión 2023*

Para plantear estos usos, el MEF tomó como referencia el *The New Zeland BIM Handbook – 2019, Third Edition de Nueva Zelanda y el Estándar BIM para Proyectos Públicos de Chile.*

El gobierno del Perú en la actualidad pertenece al fondo de Prosperidad del Gobierno del Reino Unido y está trabajando junto a expertos del Programa de Infraestructura Global (GIP) para desarrollar la activación de BIM en Perú. Así mismo, Perú forma parte de la Red BIM GOB LATAM conformados por gobiernos de América Latina, un proyecto regional que tiene como finalidad apresurar la implementación de BIM a nivel gubernamental por medio de la promoción y el apoyo a la cooperación en el área de lineamientos comunes, comercio e intercambio de información en la región.

### **2.2.6 Objetivo General del Plan BIM Perú**

✓ Para 2030, asegurar que BIM se ejecute íntegramente en las fases del ciclo de inversión nacional, desarrollado de manera acordada y articulada por entidades en los 3 niveles de gobierno, en acoplamiento con la academia y el sector privado.

### **2.2.7 Objetivos Específicos del Plan BIM Perú**

✓ Acoger gradualmente BIM en el sector público, considerando los tres tipos de entidades de nivel de gobierno.

✓ Asegurar que con BIM las inversiones de las entidades públicas serán más eficientes.

✓ Garantizar el rendimiento y la sostenibilidad de la implementación de BIM en el sector público.

✓ Modernizar la gestión de información de las inversiones públicas con BIM.

### **2.2.8 Avances del Plan BIM Perú**

El Ministerio de Economía y Finanzas, desde el mes de agosto del 2020, viene trabajando por medio del Plan BIM Perú con la finalidad de conseguir definir las bases para la activación de BIM en las inversiones públicas del país. (MEF, 2022)

De una manera perseverante, se han ejecutado avances que nos han permitido dirigirnos hacia el cumplimiento de las metas y objetivos dispuestos en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019 – 2030, en el mes de agosto del 2022, la DGPMI del MEF comunicó, el listado de proyectos piloto admitidos a las empresas y entidades públicas que presentaron sus propuestas para participar de la convocatoria para la selección de los proyectos piloto en BIM que recibirán el apoyo técnico. (MEF, 2023)

En julio del año 2021 se publicó la norma técnica guía nacional BIM, mediante aprobación de la R.D. N° 005-2021-EF/63.01, estableciendo la base conceptual y metodológica para la adopción de BIM en el Perú, siendo actualizada en el mes de marzo a guía nacional BIM versión 2023, teniendo como principales actualizaciones, los niveles de madurez en la gestión de la información BIM, así como la presentación de los 27 usos de BIM, mencionando que el uso de “Estimación de cantidades y costos” es considerado dentro de la formulación y evaluación del ciclo de inversión. Señala también que el término “Modelo BIM” ahora debe ser “Modelo 3D. (MEF, 2023)

Mediante R.D. N.º 005-2023-EF/63.0 se aprueba la Guía técnica BIM para edificaciones e infraestructura con el objeto de encaminar a las partes involucradas sobre los recursos, los procesos y la aplicación de BIM en la producción colaborativa de la información, con respecto a la gestión de la información de las inversiones en infraestructura y edificaciones. (MEF, 2023)

### **2.2.9 Alcance**

Los documentos aprobados y publicados referentes a BIM aplica al sector de la construcción, en Perú a la fecha aplica a las instituciones públicas y empresas que desarrollen inversiones de cualquier tipo, en los tres niveles de gobierno. También se utiliza como referencia para empresas privadas o particulares en la industria de la construcción (MEF, 2019).

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 237-2019-EF, se estima que, para el mes de julio de 2025, los organismos gubernamentales nacionales y regionales implementen BIM en inversiones en especies seleccionadas y para julio de 2030, la meta es tener BIM implementado en todo el sector público (MEF, 2019).

### **2.2.10 Gestionar de forma eficiente los proyectos**

Utilizando la metodología BIM, se puede programar todas las tareas que se deben realizar durante las diferentes etapas del desarrollo del proyecto. En otras palabras, el ciclo de vida de un producto puede ser definido. Abarca las etapas iniciales o predominantes de la obra, construcción, montaje o desmontaje, mantenimiento o terminación. Los recursos de Modelado de información de construcción (BIM) posibilitan una evaluación promedio de las personas, tiempo y recursos necesarios para completar un trabajo. De la misma manera, en cuanto a las actividades proporciona una fácil designación. Además, el periodo esperado para completar el proyecto. Esto asegura que se ejerza un control preciso sobre el plan original y una distribución equitativa de las actividades a realizar en cada trabajador, de acuerdo con el puesto que ocupa.

### **2.2.11 Reconocer y precaver riesgos relacionados al desarrollo en un proyecto**

Durante la etapa de planificación de un proyecto, se pueden identificar todos los riesgos utilizando la metodología BIM. que nos ayuda a determinar las medidas necesarias y las más adecuadas para evitar que sucedan. Además, nos facilita la creación de un plan de contingencia completo. Este plan incluye cosas que debe

hacer si sucede un accidente para reducir el tiempo de entrega y la calidad final del producto.

#### **2.2.12 Refuerza la constructibilidad de un diseño**

El modelado 3D, una parte indispensable de BIM, para la etapa de construcción nos ofrece beneficios, especialmente si el diseño o condiciones del proyecto son complejos. Poder ver el producto final te facilita elegir la mejor opción para construir tu proyecto. Incluso puede contribuir para detectar diferentes interferencias entre los elementos, etapas, procesos o inclusive detalles del sitio antes de que comience la construcción. El uso del modelo BIM permite planificar y comprender mejor la logística de las obras de edificación, incluidos los ambientes de almacenamiento temporal para maquinaria, materiales de construcción, edificios de oficinas, grúas, estructuras de soporte y carreteras temporales. Así mismo, pueden compararse las distintas opciones hasta escoger la solución más viable. Tener estos datos previamente a la ejecución en el sitio ahorra la reconstrucción en el transcurso de la edificación y, por consiguiente, el desarrollo es más rentable y dentro del marco de tiempo especificado.

#### **2.2.13 Mejora el proceso de finalización y entrega**

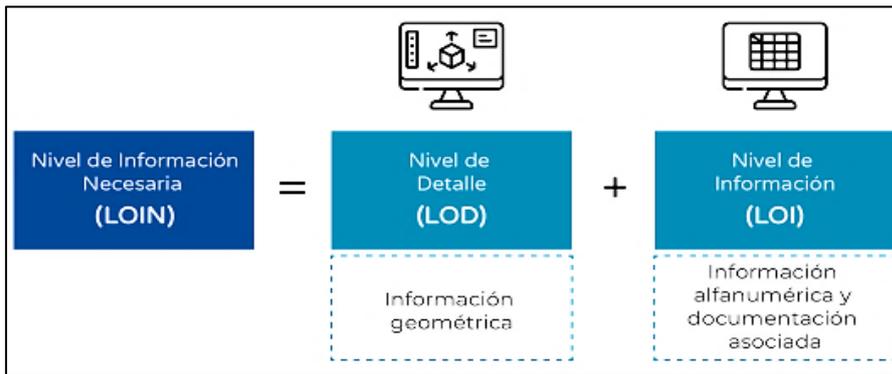
La tecnología es tan importante para la gestión de la construcción y este sector se encuentra en medio de un renacimiento tecnológico. BIM sirvió como el catalizador inicial para este período de innovación, pero ahora ha crecido más allá de "solo BIM" para incluir innovaciones en muchas otras áreas.

#### **2.2.14 Nivel de Información Necesaria (LOIN)**

LOIN (por su abreviatura en inglés, Level of Information Needed) es el nivel de información para lograr los respectivos objetivos vinculados a la data de un proyecto y que para definir el nivel de información gráfica, esta se realiza mediante el Nivel de Detalle conocido por sus siglas LOD y para establecer un Nivel de información sin Gráficos se realizará mediante Nivel de información conocido por sus siglas LOI. Ambos niveles, nos referimos a LOD y LOI son indispensables ya que en conjunto definen el nivel de información necesario, es decir LOIN, así como se explica a continuación en la figura 4 (Guía Nacional BIM, 2023).

**Figura 4**

*Nivel de Información Necesaria*

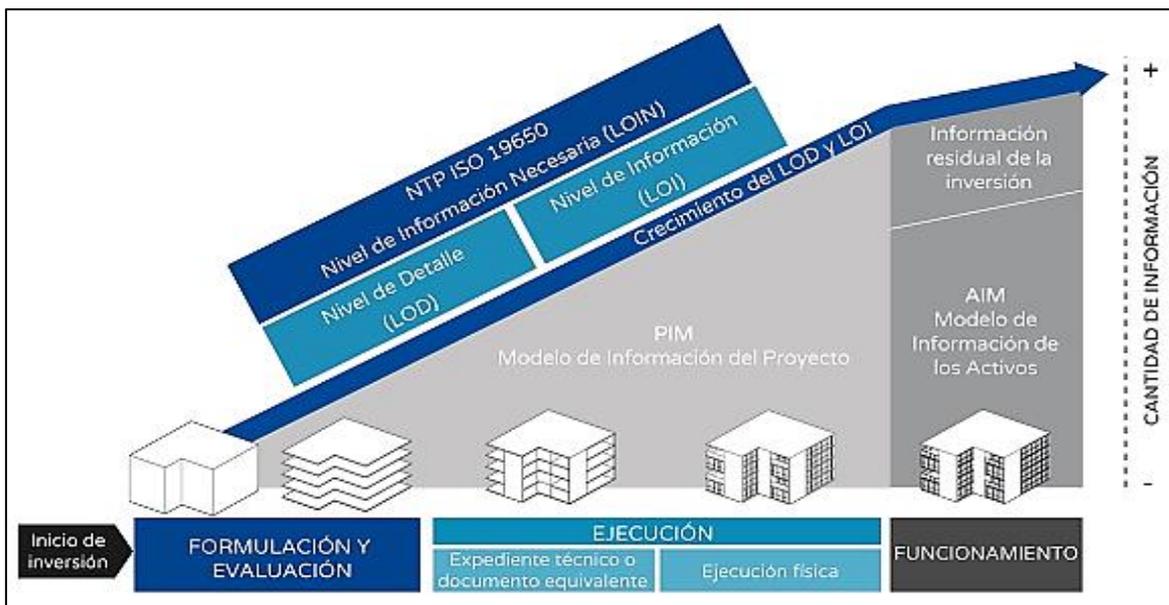


Fuente: Guía Nacional BIM

A medida que el ciclo de inversión avanza con su desarrollo, progresivamente los niveles de información necesaria también aumentan su cantidad y confiabilidad. No obstante, en medida de avance con el desarrollo del ciclo de inversión se avizora información relevante en relación a la etapa en la que se encuentre. De esta manera al terminar el Modelo de Información del Proyecto (PIM) refiriéndose la fase de Ejecución, es necesario discriminar que datos puede ser compartidos para desarrollar el Modelo de Información del Activo (AIM) refiriéndose la fase de Funcionamiento, por el motivo que se produce información residual de acuerdo al avance de la inversión, como se explicará a continuación en la siguiente figura.

**Figura 5**

*Progresividad del nivel de información según las fases del ciclo de inversión*



Fuente: Guía Nacional BIM versión 2023

Se detalla como graduación del Nivel de Detalle (LOD), cuando se establece la información geométrica y cualidades gráficas que deberán comprender los elementos BIM. Asimismo, se muestran los Niveles de Detalle propuestos, siendo 5 tal y como se describen a continuación (MEF, 2023).:

LOD 1 - Representación conceptual.

LOD 2 - Genérica Representación.

LOD 3 - Definida Representación.

LOD 4 - Detallada Representación.

LOD 5 - Elementos verificados (As-Built).

De parecido modo se detalla la matriz de graduación a Nivel de Información (LOI), a medida que estable los datos contenidos en los elementos BIM y la documentación relacionada al Contenedor de Información. (MEF, 2023)

Son cinco los Niveles de Información, como se detallan:

LOI 1 - Información para la identificación y la pre factibilidad.

LOI 2 - Información para la investigación y la factibilidad.

LOI 3 - información para el diseño.

LOI 4 - información para la construcción.

LOI 5 - Suficiente información para la gestión de activos.

### **2.2.15 Software BIM**

Se recalca que BIM no es ningún software en específico, sin embargo para adoptar BIM a determinados proyectos existen cierto software utilizado ya comúnmente por la industria de la construcción, como por ejemplo, para el desarrollo de edificaciones, sea instituciones educativas, hospitales, viviendas y edificios, común mente se puede utilizar los programas de la industria Autodesk, como son AutoCAD 3D, Revit y Naviswork; para construcción de la especialidad de estructuras metálicas también se puede utilizar Revit, sin embargo el software Tekla Structures es el más recomendado por la industria. Para proyectos de infraestructura vial se puede utilizar Civil 3D, Infracore. En la dimensión 4D (tiempos) se pueden utilizar software como complementos para los softwares de diseño, como son Presto, Primavera, CYPE cad entre otros, así como la programación de actividades, como MS Project y Primavera (BIMnd, 2019)

### 2.2.16 Para la modelación de la edificación

La siguiente tabla muestra las etapas del modelamiento que se hace para el uso de la metodología BIM, junto con ella, también muestra la especialidad y subespecialidades.

**Tabla 2**

*Etapas en el Modelado 3D*

Etapa	Especialidad	Subespecialidad
1	Modelado 3D	Modelación Arquitectónico Modelación Estructural Modelación MEP (Instalaciones Eléctricas y Sanitarias) Diseño y análisis de dificultades de Modelación
2	Visualización de Modelación	Renders de la modelación Modelo Federado
3	Logística 2D/3D	Planeamiento de logística Fases de Construcción Metrados
4	Modelación 3D y visualización de interferencias	Compatibilización de especialidades e identificación de interferencias.
5	3D Control de interferencias	Verificación de corrección de interferencias

*Fuente:* Extracción del sitio Web Inmobiliaria SUMA - Proyecto BIM

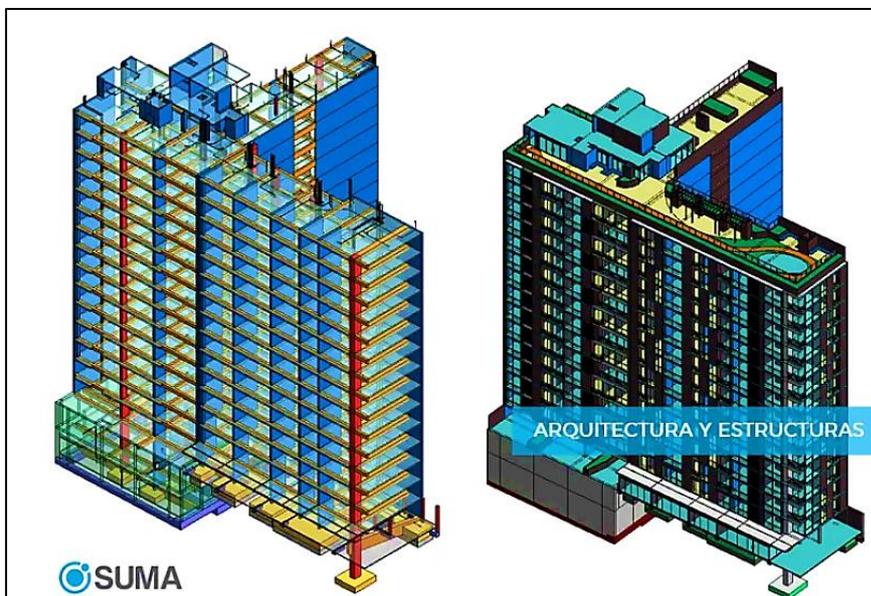
Una clara referencia de la metodología BIM es Proyecto BIM Edificio Multifamiliar Alma, en el cual la Empresa SUMA en agosto del 2017 desarrolló un Modelamiento BIM en áreas de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas, Sanitarias y Mecánicas y Gas para una Edificación Multifamiliar de 15 niveles. En la fase de diseño antes de la construcción, donde la empresa buscó desarrollar la calidad del diseño y visualización para incrementar el grado de satisfacción del cliente y evitando problemas postventa por modificaciones realizadas durante la construcción, debido a las diferencias en la ubicación de instalaciones que a menudo requieren retoques como picaduras en paredes, baños, cocinas, generando en un futuro incomodidades a los clientes usuarios y también sobrecostos adicionales en la etapa de construcción. (SUMA, 2017)

El modelado se realizó con supuestos y consideraciones constructivas que permiten liderar la edificación en un entorno de aplicación BIM teniendo en cuenta métricas, es decir los metrados, cuadrillas de obra, sectorizaciones, restricciones u obstáculos y control de lo que se está realizando. (SUMA, 2017)

A continuación, en las siguientes figuras, se detalla los modelados que realizó la inmobiliaria en las diferentes áreas de la edificación.

### Figura 6

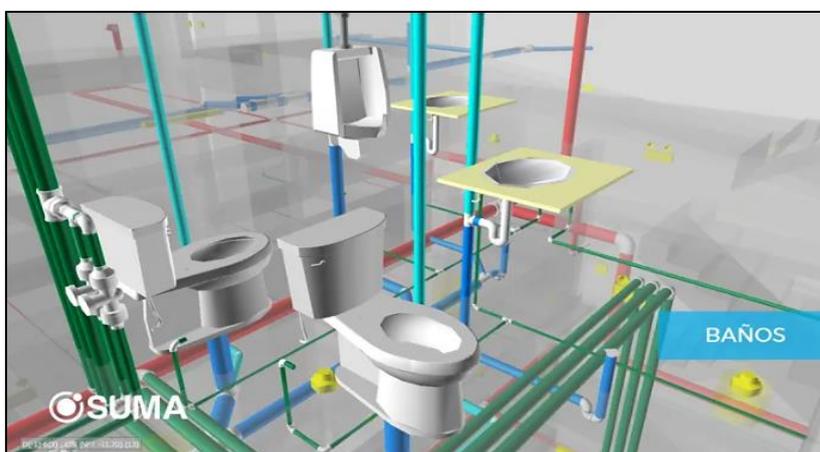
#### Modelado 3D de Arquitectura y Estructura



Fuente: Extracción del sitio Web Inmobiliaria SUMA - Proyecto BIM

### Figura 7

#### Modelo 3D a detalle de Instalaciones Sanitarias



Fuente: Extracción del sitio Web Inmobiliaria SUMA - Proyecto BIM

## 2.3 Marco conceptual

### ***BIM (Building Information Modeling)***

Es conjunto de estándares, tecnologías y metodologías que posibilitan formular, diseñar, construir, operar y mantener de manera pública un espacio digital colaborativo (MEF, 2019).

### ***Modelo 3D***

Anteriormente llamado Modelo BIM. Un modelo virtual de los componentes de un proyecto público, incluida la geometría y la información. Los modelos 3D se pueden crear y/o administrar en todas las etapas del ciclo de inversión. (MEF, 2023).

### ***Nivel de información o desarrollo***

Una jerarquía que gestiona la información geométrica y no geométrica que muestran las partes del modelo BIM de acuerdo con el progreso de la información necesaria solicitada por el modelo. (MEF, 2019).

### ***Colaboración***

Aceptar y aplicar BIM debe asegurar una total comunicación, interrelación y participación de datos con los distintos participantes inmersos en el avance de un proyecto público, para cada fase y etapa del ciclo de inversión. (MEF, 2019).

### ***Coordinación***

Aplicar la metodología BIM tiene que incentivar e incorporar la actuación del sector público, privado y la academia, con la finalidad de asegurar requisitos reglamentarios e institucionales que ayuden a facilitar su manejo a nivel nacional, a su vez fortalecer su adopción sostenible con el paso del tiempo. (MEF, 2019).

### ***Contenedor de información***

Un grupo de datos de un almacenamiento jerárquico, sistema o aplicación. Estos son ejemplos de contenedores de datos: archivos (tableros, registros, documentos, tableros, modelos 3D, videos). (UK BIM Framework Guidance, 2020)

### ***LOIN***

Del inglés *Level of Information Needed*, en español Nivel de Información Necesaria, son términos de referencia que determinan el alcance y proporcionan en cada comunicación un adecuado nivel de información. Incluir el detalle de ingeniería o un nivel de información gráfica y no gráfica o la extensión del grupo de información. (MEF, 2023).

### ***LOD***

del inglés *Level of Detail*, en español Nivel de Detalle, es el grado de la relación entre la información gráfica, el detalle y la exactitud con respecto a cada objeto en forma de modelo 3D. (MEF, 2023).

### ***LOI***

del inglés *Level of Information*, en español Nivel de Información, es el grado en que se incluye, vincula o adjunta datos no gráficos vinculados con

documentaciones y/o especificaciones para completar la información del modelo 3D. (MEF, 2023).

### ***Modelo Federado***

Es un modelo de datos que consta de contenedores separados de información, que podrían proceder de distintos grupos de labores. (MEF, 2023).

### ***Recuperación***

Intervenciones destinadas a recuperar parcialmente o completamente la capacidad de prestar bienes y servicios en una UP cuyos activos o factores de producción (infraestructura, equipos, etc.) han colapsado, o han sido dañados o destruidos por desastres u otras causas. Puede significar la misma, mayor o mejor calidad del bien o servicio, es decir, cambios en la capacidad de producción o en la calidad del bien o servicio (MEF, 2022).

## 2.4 Sistema de Hipótesis

**Tabla 3**

*Matriz de Operacionalización de Variables.*

Implementación de BIM en el proyecto recuperación de infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu, Moche, La Libertad					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO
<b>Variable Independiente IMPLEMENTACION BIM</b>	El Modelamiento de Información de Construcción (BIM) tiene características de sistemas colaborativos y de integración de los diversos actores implicados en la laborar sobre un único modelo, facilitando y agilizando la detección de equivocaciones y gracias a su capacidad de incorporar datos, optimizando notablemente la gestión, los diseños, la construcción y los mantenimientos en solo un espacio virtual del transcurso del ciclo de vida de la edificación. Como término, BIM ha crecido enormemente a lo largo de los años y ahora es la expresión actual de la innovación digital en la industria de la construcción. (BIM Dictionary, s.f.)	Busca mejorar el proceso de trabajo en la realización del modelamiento, costos y presupuestos y tiempo con la finalidad de obtener su eficiencia en el diseño de la institución educativa, a través de una base de datos integrando las disciplinas consideradas en el proyecto.	Modelo 3D	Modelo 3D Estructuras	Planos Registros Gráficos Rendes Tablas comparativas Software (Revit, Navisworks)
				Modelo 3D Arquitectura	
				Modelo 3D IISA	
				Modelo 3D IIEE	
			Detección de incompatibilidades	Interferencias entre especialidades	
			Simulación de Metrados	Partidas - Metrados	
			Simulación de Presupuesto	Partidas - Costos	
<b>Variable Dependiente RECUPERACION DE LA INSTITUCION EDUCATIVA</b>	Intervenciones destinadas a recuperar parcialmente o completamente la capacidad de prestar bienes y servicios en una UP cuyos activos o factores de producción (infraestructura, equipos, etc.) han colapsado, o han sido dañados o destruidos por desastres u otras causas. Puede significar la misma, mayor o mejor calidad del bien o servicio, es decir, cambios en la capacidad de producción o en la calidad del bien o servicio (MEF, 2015).	Busca mejor la calidad del servicio de infraestructura de una institución educativa y su capacidad de producción.	Análisis del E.T.	Verificación de Planos	Planos, tablas de metrados
				Análisis documentario	
			Metrados	Partidas - Metrados	
			Presupuesto	Partidas - Costos	

*Elaboración Propia*

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación

De acuerdo a la orientación o finalidad. Investigación aplicada, nos permite determinar objetivos específicos preestablecidos.

De acuerdo a la técnica de contrastación. Investigación descriptiva, puesto que se describe todos sus componentes, como es el caso de la documentación analizada

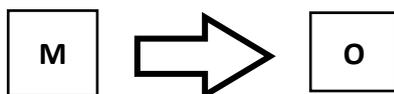
#### 3.2 Población y muestra de estudio

La población está constituida por todos los proyectos de inversión pública de Infraestructura educativa pertenecientes a la región La Libertad.

La muestra es el proyecto de recuperación de la infraestructura de la I.E. N° 80047 Ramiro Aurelio Ñique Espíritu, que comprende un área de trabajo de 13,524 m2 aproximadamente, ubicados en el Jr. Elías Aguirre N° 604 del distrito de Moche, Trujillo, La Libertad.

#### 3.3 Diseño de investigación

No experimental, transversal, descriptivo.



M: Comprende el área de trabajo de 13,524 m2 aproximadamente, ubicados en zona urbana del distrito de Moche, Trujillo, La Libertad.

O: Se observa incongruencias entre los planos del Expediente Técnico y el Modelado BIM, también se observa variación en tiempo y costo.

#### 3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

Como técnicas fue necesaria la observación y el análisis documentario, refiriéndose, a metrados y presupuestos entre la elaboración tradicional y metodología BIM. Así como también, planos, registro gráfico de los modelos 3D, recalcando que, la información obtenida del expediente técnico sea completa para el análisis profundo de cada especialidad.

Como instrumento se utilizaron fichas resumen, facilitando comprender los datos más importantes recopilados de presente proceso de investigación y para la elaboración de los modelos 3D se emplearon herramientas softwares, como son, Revit y Navisworks.

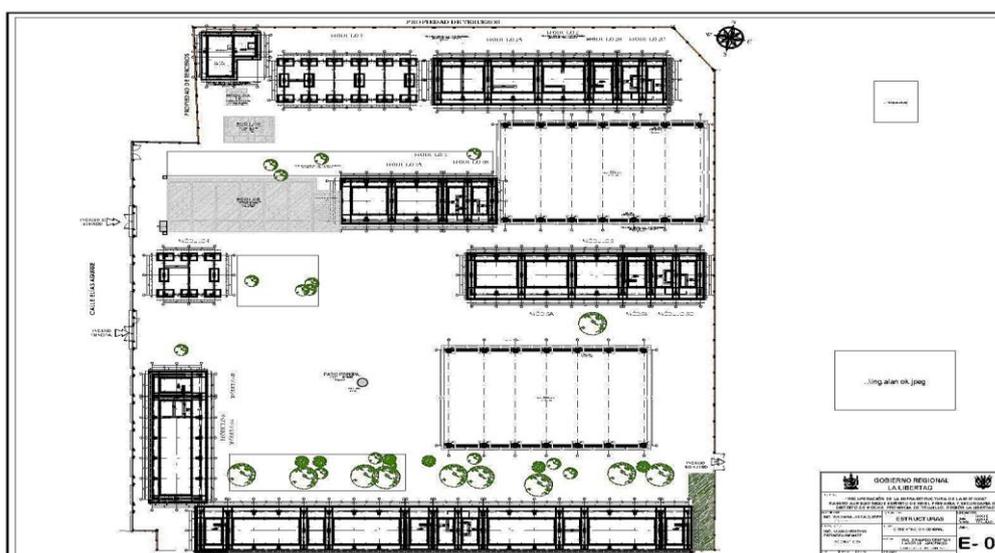
### 3.6 Procesamiento y análisis de datos

Para el **análisis** de datos se utilizaron tablas comparativas y gráficos de los metrados obtenidos del modelo 3D y presupuestos de las especialidades a investigar.

El **procedimiento**, inicia con la compilación del expediente técnico, Recuperación de la I.E. N° 80047 Ramiro Aurelio Ñique Espíritu de Nivel Primaria y Secundaria, en el distrito de Moche, provincia de Trujillo, región La Libertad, documentación digital realizada por procedimientos tradicionales a base de modelos convencionales de diseños 2D elaborado en AutoCAD, el diseño general de las especialidades como se muestra en la figura 8. La documentación obtenida es de fundamental puesto que fue guía en el análisis de partidas y títulos referentes a las especialidades investigadas, del mismo modo, el diseño tradicional realizado en planos, la cuantificación de recursos elaborados manualmente, los análisis de costos precios unitarios y especificaciones técnicas. Recaltar que el expediente cuenta con memoria descriptiva, cronograma e informes de seguridad, entre otros informes técnicos.

**Figura 8**

*Lamina E-04, Plano: Cimentación General, Especialidad: Estructuras.*



Fuente: Expediente Técnico

Antes de iniciar el **modelado** en los softwares mencionados, se evaluaron las especificaciones técnicas del computador o laptop para un adecuado funcionamiento, cumpliendo con los requisitos mínimos, como el sistema operativo Windows 10 de 64 bits, disco SSD, memoria RAM 16 Gb, tarjeta gráfica y una pantalla adicional.

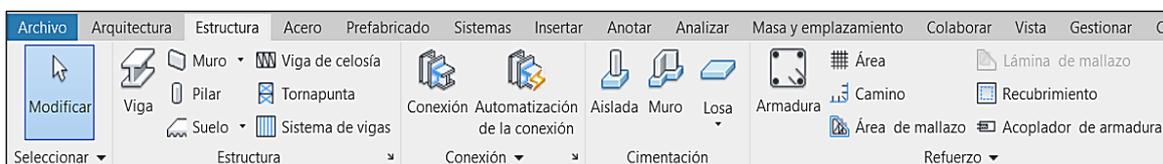
Para la presente investigación, busca la eficiencia al implantar la metodología BIM comparando metrados y costos, para ello se realizó modelos 3D en el software Revit versión 2023 de las especialidades de estructura, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas, estableciendo inicialmente la topografía, con la importación de puntos, creando una superficie, también se crearon los ejes longitudinales y transversales, niveles de piso.

En cada especialidad se vincularon las láminas (planos 2D) del expediente técnico a Revit en archivos individuales según módulos, estableciendo para la especialidad de **estructuras** los niveles de fondo de cimentación y losas aligeradas, procediendo al levantamiento de elementos 3D de concreto, como la cimentación (solados, zapatas y cimentación corrida), columnas, vigas, losas, elementos estructurales de cisterna y tanque elevado, pórticos de ingresos, entre otros.

Se modela considerando las dimensiones, alturas y anchos de vanos en elementos de arriostre, asignando el recubrimiento estructural según las especificaciones de cada elemento estructural, procediendo al modelado de acero estructural y estructuras metálicas (cobertura de losas deportivas) haciendo uso de la cinta de opciones de estructuras como se muestra en la figura 9.

**Figura 9**

*Cinta de Opciones de Estructuras*



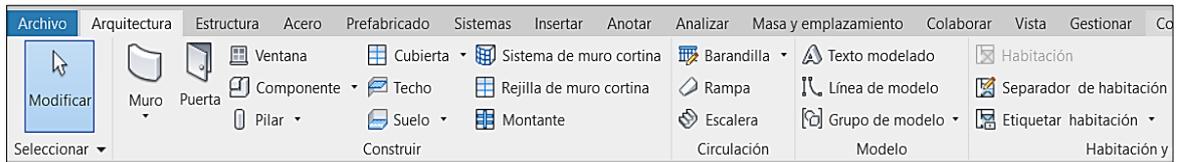
*Fuente: Extraído de Revit 2023*

En la especialidad de **arquitectura**, después de vincular los archivos 2D (láminas del ET) y 3D (modelo 3D de estructura) como guía, se modela según especificaciones técnicas la tabiquería, puertas y ventanas, cielorrasos, zócalos, contra zócalos, pintura, veredas, pisos, losas patio, pavimentos, entre otros.

Del mismo modo y según la lámina de detalle arquitectónico se fijan barandas, rampas, parapetos y cobertura vegetal haciendo uso de la cinta de opciones pertenecientes a la disciplina de arquitectura, como se muestra en la figura 10.

**Figura 10**

*Cinta de Opciones de Arquitectura*

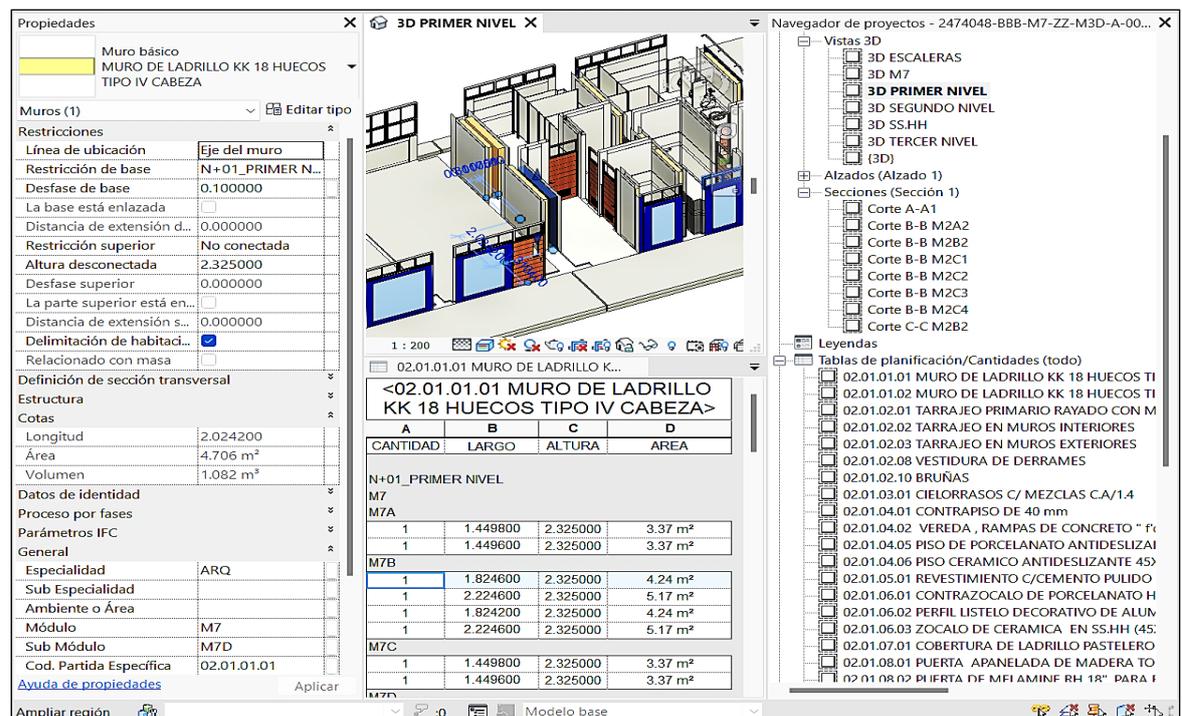


*Fuente: Extraído de Revit 2023*

A cada elemento modelado, sea cualquier especialidad, se le atribuye información parametrizada para el ordenamiento entre elementos, tablas de metrados y vistas, por ejemplo, para los muros de ladrillo con sentado de cabeza, se crean elementos muro, cuya familia es “muro básico” y tipo para diferenciar según el aparejo, en el caso “Muro de ladrillo KK 18 huecos tipo IV cabeza” como se muestra en la figura 11, en la parte izquierda se observa la interfaz “Propiedades” en la cual se colocan los datos parametrizados, como especialidad, modulo, submódulo, código y nombre de partida, entre otros; en la parte derecha se muestra la opción de “Navegador de proyectos” donde se aprecia el orden de vistas 3D, alzados, cortes y secciones, así como, las tablas de planificación/cantidades; en la parte central se observa el modelo 3D y se detalla el contenido de la partida mencionada.

**Figura 11**

*Interfaz de Usuario para Modelado en Revit 2023*



*Fuente: Extracción de interfaz Revit 2023*

Un similar procedimiento se realizó en las especialidades de instalaciones sanitarias y eléctricas, pero a diferencia de estructura y arquitectura, los modelos 3D se realizaron según subespecialidades, siendo 4 archivos .rvt para de agua fría (SAF), contra incendio (SCI), sistema de Desagüe (SDG) y drenaje pluvial (SDP) para instalaciones sanitarias y para instalaciones eléctricas también se crearon 4 archivos .rvt como alimentadores eléctricos (ALIM), sistema contra incendio y comunicadores (COM), circuito de alumbrado y luces de emergencia (LUM), circuito de tomacorrientes (TOM). Se hizo uso de la cinta de opciones correspondiente a cada especialidad como se muestra en la figura 12, modelando tuberías, accesorios, aparatos sanitarios y eléctricos, entre otros.

**Figura 12**

*Cintas de Opciones de Sanitarias y Eléctricas*



*Fuente: Extraído de Revit 2023*

*a) Cinta de opciones de la especialidad de sanitarias*

*b) Cinta de opciones de la especialidad de eléctricas*

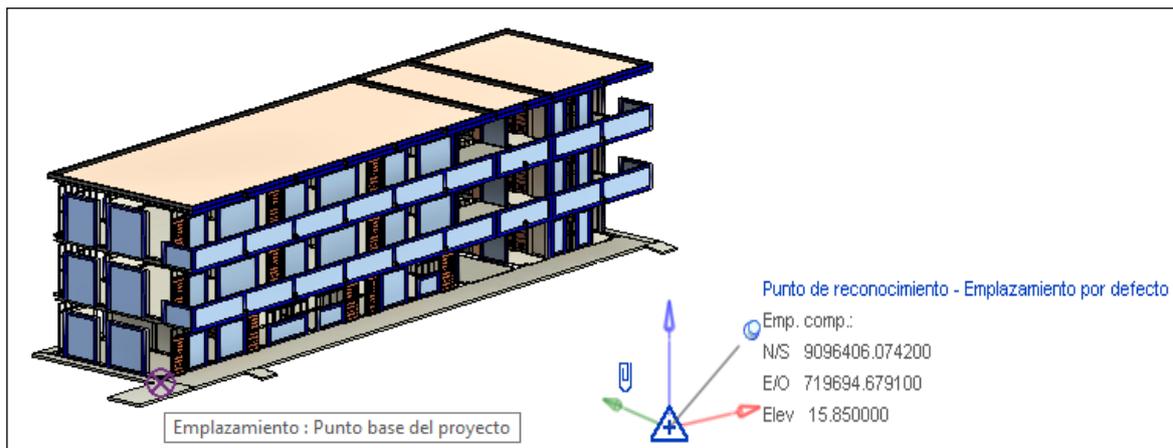
Asimismo, el desarrollo de los modelos 3D se tomó en cuenta los niveles de detalle acorde a la gestión de información, trabajando con un LOI 4 ya que contiene información de selección de proveedores y/o fabricantes, así como el tipo de materiales y dimensiones en cada elemento modelado; al ser un expediente técnico y situarse en una etapa de definición técnica se utilizó un LOD 3. Los modelos 3D representa una construcción digital del proyecto, contando con

información específica de ubicación, orientación, tamaños, formas y cantidades, haciendo un LOD 300.

Todos los archivos .rvt (modelos BIM) cuentan con coordenadas geográficas y cotas (elevación), lo que en el software Revit se le conoce como “emplazamiento” (punto base y punto de reconocimiento) tomados según la ubicación y planos topográficos del expediente técnico. A continuación, en la Figura 13 se muestra el punto base del proyecto y punto de reconocimiento a modo de emplazamiento.

### Figura 13

*Archivo .rvt con Visibilidad de Punto de Reconocimiento y Punto Base.*

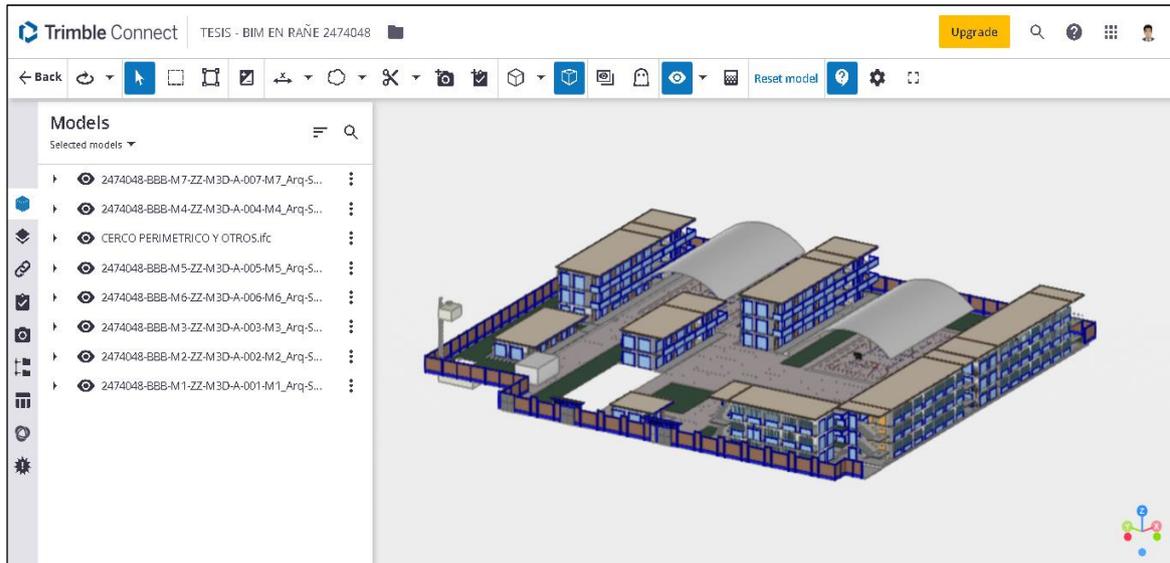


*Fuente: Elaboración Propia*

El punto de reconocimiento, fue el punto común de todos los archivos .rvt, es decir, es la coordenada compartida entre todos los modelos 3D, verificando de esta forma que los modelos interactúen de forma correcta al momento de compatibilizar y comparar las especialidades. Para ello, se utilizó un entorno de datos comunes (EDC) para visualización 3D y el recojo de información entre los usuarios involucrados u modeladores según especialidades. Dicho EDC fue la nube compartida Trimble Connect 3D Viewer, la cual mediante los correos institucionales nos permitió abrir una cuenta estudiante y así se logró acceder, compartir, revisar y comentar fácilmente los modelos y documentos entre los modeladores y supervisores. A continuación, se muestra en la figura 14 la especialidad de arquitectura, con la vinculación de los módulos y obras exteriores.

**Figura 14**

*Especialidad de Estructuras en la Nube Compartida Trimble Connect.*

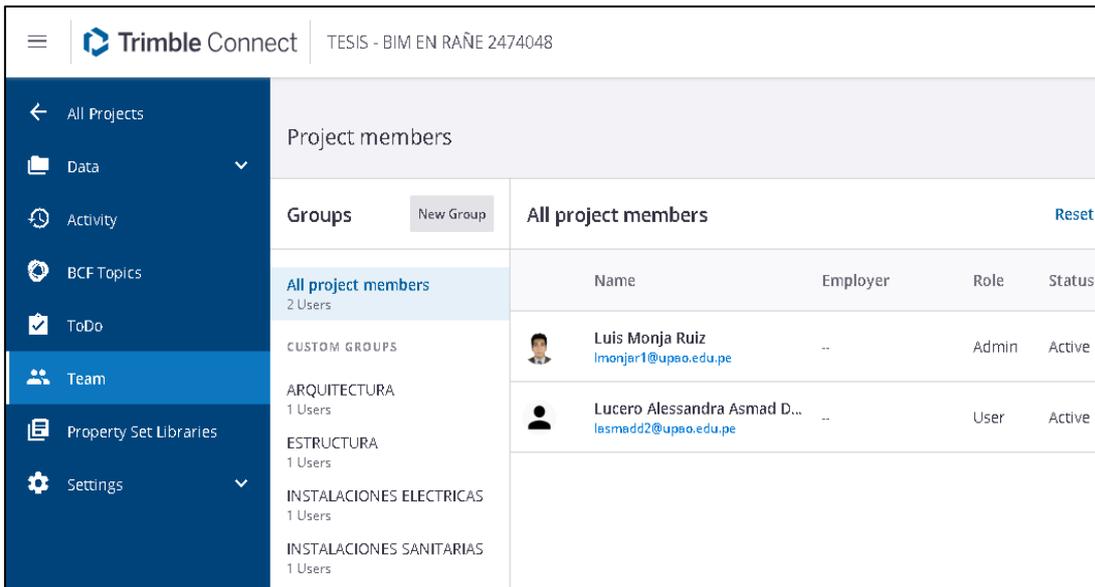


*Elaboración Propia*

La figura 15, muestra los usuarios (modeladores) que para el caso del presente proyecto la tesista Lucero se encargó del modelado de la especialidad de estructuras e instalaciones eléctricas y el tesista Luis se encargó del modelado de arquitectura e instalaciones sanitarias.

**Figura 15**

*Team del proyecto en Trimble Connect.*



*Elaboración Propia*

A modo de compatibilizar todas las especialidades y crear un Modelo Federado se recurrió a el software Navisworks, convirtiendo todos los archivos .rvt a una extensión .nwc y crear un solo archivo con extensión .nwf, como se muestra

figura 16 se muestra el Modelo Federado, es decir se muestra el modelado BIM completo del proyecto, con todas las especialidades e información pertinente recopilados del E.T.

### **Figura 16**

*Modelo Federado del Proyecto en Navisworks.*



*Elaboración Propia*

Desarrollado el modelo federado se procedió a **obtener las incompatibilidades** entre especialidades, mediante la opción “Clash Detective” generando informes detallados.

Cada especialidad, según expediente técnico, tiene un presupuesto base realizado en el software S10, del cual se tomó la base de datos (análisis de precios unitarios) y se le colocó los metrados de los modelos 3D obteniendo un presupuesto optimizado y preciso. Seguidamente se elaboraron tablas comparativas mostrando variaciones en cada partida de cada especialidad, así mismo, se elaboraron tablas resumen demostrándolas en graficas de barras.

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis e interpretación de resultados

#### 4.1.1 Oe 1. Análisis de documentación del expediente técnico

En relación al objetivo 1 se analizó la documentación del expediente técnico, el cual contiene: resumen ejecutivo, planos de las especialidades de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, especificaciones técnicas, planillas de metrados, presupuestos, relación de insumos, presupuestos desagregados, memorias de cálculo, cronogramas de obra y plan de contingencia.

La institución educativa N° 80047 Ramiro Aurelio Ñique Espíritu se encuentra ubicada en el Jr. Elías Aguirre N° 604, distrito de Moche, provincia de Trujillo, región La Libertad, con una latitud de 8°10'15" S y longitud de 79°00'33" O a una altitud de 4 m.s.n.m.

El proyecto tuvo como objetivo mejorar e integrar la infraestructura educativa, ampliando su capacidad instalada brindando un mejor servicio educativo, siendo la propuesta de mejora la construcción de 7 módulos, con edificaciones de un, dos y tres niveles, interviniendo el cerco perímetro de la fachada principal e implementando un sistema de drenaje pluvial en todas las edificaciones, a fin de reducir el riesgo por lluvias e inundaciones.

**A. Planos.** Se analizaron las láminas recopiladas del expediente técnico en donde se determinó que su elaboración tuvo un proceso tradicional, es decir cada especialista realizó independientemente los diseños partiendo de una distribución de ambientes y áreas de arquitectura, bajo una dimensión 2D, es decir, se elaboraron en el software AutoCAD, sin una interoperabilidad entre las especialidades, no teniendo una interacción y visualización de los elementos superpuesto o mal ubicados.

**B. Metrados.** Se observaron las planillas de metrados para cada especialidad, como se muestra en la figura 17, realizándose por plantillas predeterminadas en Excel, no teniendo una vinculación directa con el diseño 2D.

**Figura 17**

*Planilla de metrados de Arquitectura*

METRADOS DE ARQUITECTURA								
<b>RECUPERACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA IE N° 80047 RAMIRO AURELIO NIQUE</b>								
<b>PROYECTO</b>	<b>ESPIRITU DE NIVEL PRIMARIA Y SECUNDARIA EN EL DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGION LA LIBERTAD"</b>							
UBICACIÓN	LA LIBERTAD-TRUJILLO.MOCHE							
ESPECIALIDAD	ARQUITECTURA							
FECHA	FEBRERO,2020							
02	MUIOS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA							
02.01	MUIOS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA							
02.01.01	TABIQUE DE ALBAÑILERIA							
02.01.01.01	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS TIPO IV CABEZA							
							Und.	m2
CODIGO	Descripción	N°Veces	N°Elementos	DIMENSIONES			Parcial	Total
				Largo(l)	Ancho(a)	Alto (h)		
	<b>PRIMER NIVEL</b>							
	<b>MÓDULO 2</b>							
	módulo 2a, 2b,2c	1.00	8.00	2.02	-	2.32	37.49	
	módulo 2a, 2b,2c	1.00	4.00	2.47	-	2.32	22.92	
	módulo 2a, 2b,2c	1.00	2.00	1.45	-	2.32	6.73	
	<b>MÓDULO 1</b>							
	módulo 1	1.00	6.00	2.47	-	2.32	34.38	
	<b>MÓDULO 3</b>							
	Normal	1.00	12.00	2.47	-	2.32	68.76	
	<b>MÓDULO 5</b>							

Fuente: Extraído del expediente Técnico

Nota: Plantilla tradicional de metrado en la especialidad de arquitectura

**C. Presupuesto.** La elaboración del presupuesto del proyecto se dividió en sub-presupuestos según la especialidad, donde se tomaron los metrados y mediante el costo unitario, bajo el análisis de precios unitarios, se obtuvieron los costos para cada partida, obteniéndose los costos directos, como se detalla en la Tabla 4. Cada sub-presupuesto tuvo un gasto general del 11.00 %, utilidades de 5.00% y se le adiciona el 18.00% según el impuesto general a la renta.

**Tabla 4**

*Presupuestos por Especialidades según Expediente Técnico*

Especialidad	Prepuestro ET (S/)
<b>Estructura</b>	5,097,230.35
<b>Arquitectura</b>	2,116,208.79
<b>Instalaciones Sanitarias</b>	461,039.25
<b>Instalaciones Eléctricas</b>	370,416.21
<b>Total de Costos Directos</b>	8,044,894.60

Fuente: Expediente Técnico

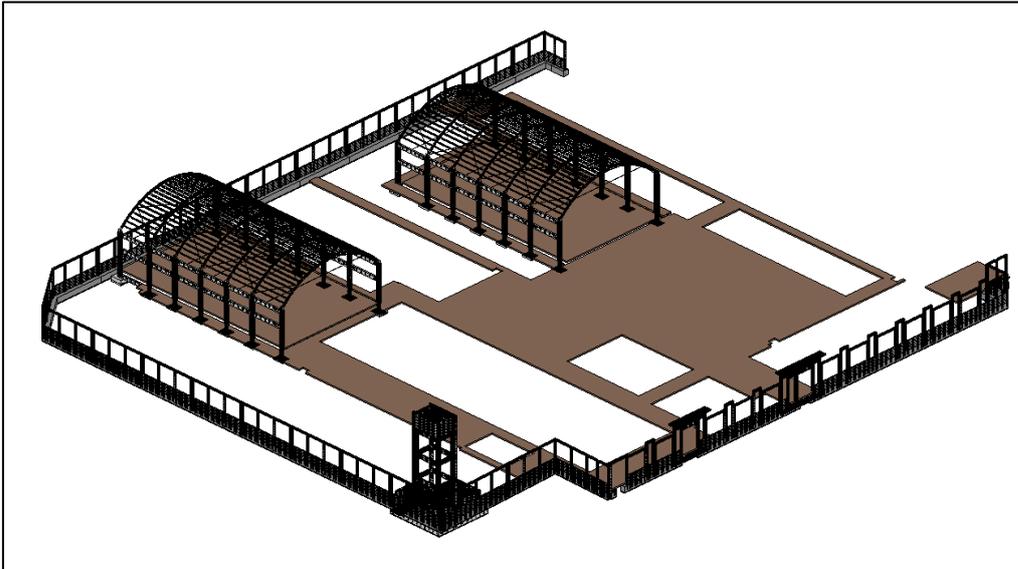
#### 4.1.2 Oe 2. Modelado 3D

En base al objetivo 2 se realizó los modelos 3D para cada especialidad en estudio, como se muestra a continuación.

**A. Modelo 3D Estructuras** Se realizó el modelo BIM de la especialidad de estructuras, iniciando con obras exteriores, como se muestra en la figura 18.

**Figura 18**

*Modelado 3D de Estructuras*



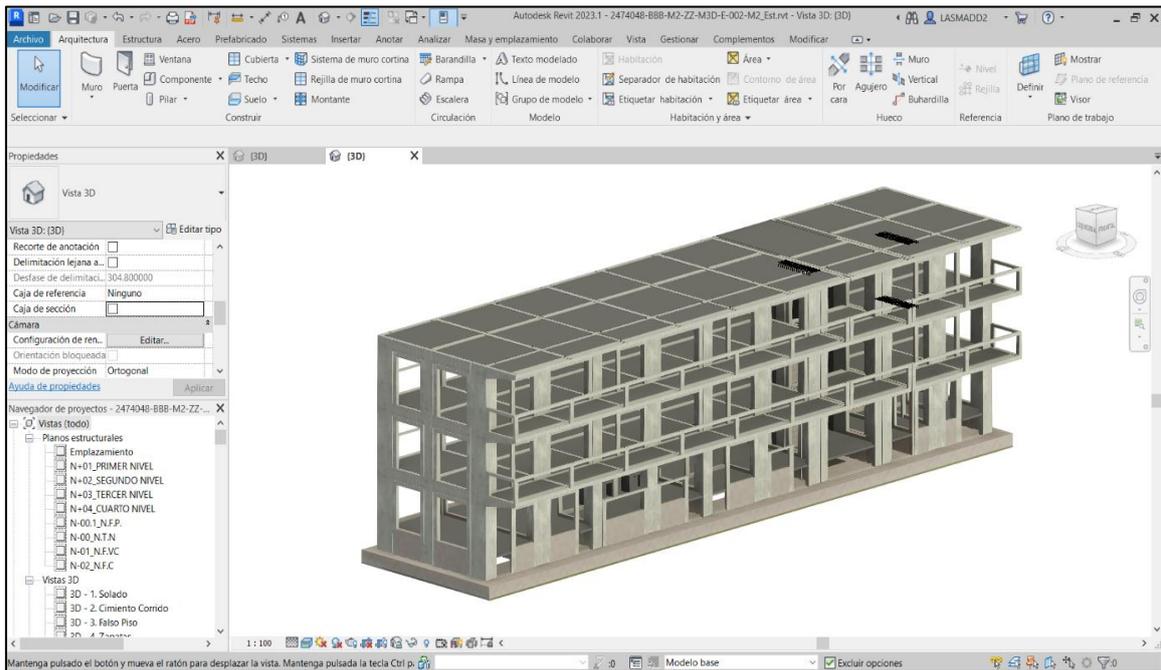
*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota:* Inicio del modelado 3D de estructuras, partiendo con el cerco perimétrico, estructuras metálicas de las losas deportivas y obras exteriores.

En las figuras 19 se muestra el desarrollo de estructuras de concreto (cimentación, columnas, placas, vigas, losas y escaleras) y en la figura 20 se muestra el desarrollo del acero estructural que compone los elementos estructurales.

**Figura 19**

*Modelado 3D de Estructuras: Modulo 2.*

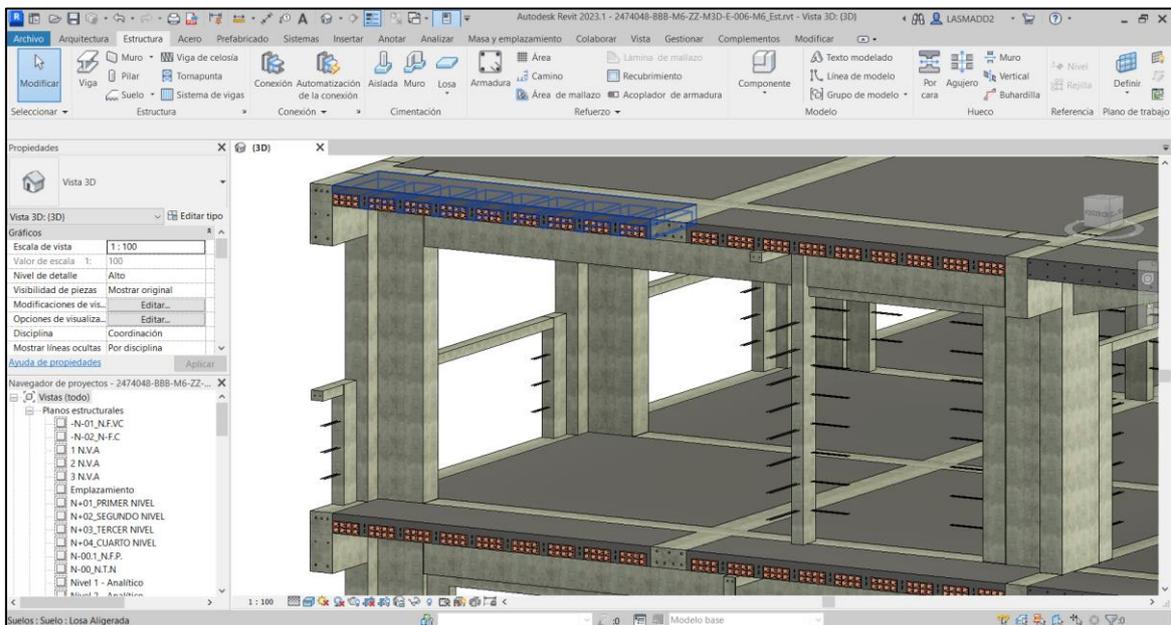


*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota: Se muestra el desarrollo estructural de elementos de concreto armado del módulo 2.*

**Figura 20**

*Modelado 3D de Estructuras: Modulo 6: Concreto y Acero.*



*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

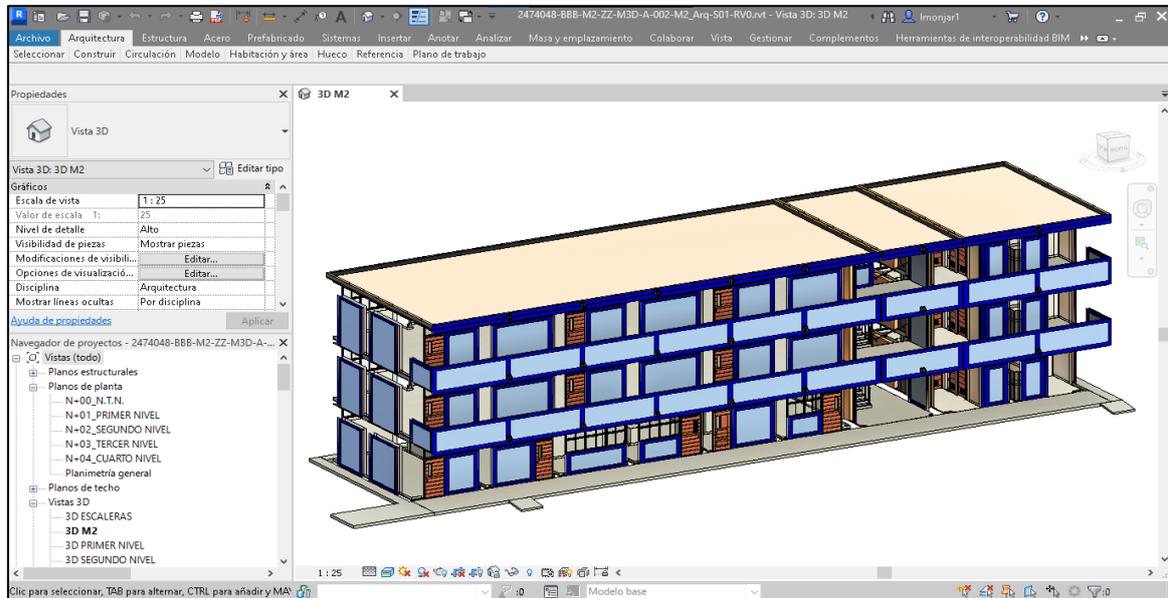
*Nota: Se muestra el desarrollo estructural de elementos de confinamiento o arrioste (columnetas, viguetas) acero de amarre en muros, acero estructural en vigas y losa.*

**B. Modelo 3D Arquitectura.** De manera interoperable se desarrolló bajo la referencia del modelo 3D de estructuras, el modelo 3D de arquitectura, visualizando previamente las interferencias y errores entre ambos diseños. El

modelo comprende muros, pintura, cielorrasos, contrapisos, pisos, veredas, puertas, ventanas y rampas, parapetos, barandas, zócalos y contra zócalos, entre otros, como se muestra en las siguientes figuras.

### Figura 21

#### Modelo 3D de Arquitectura: Modulo 2 - Exteriores.



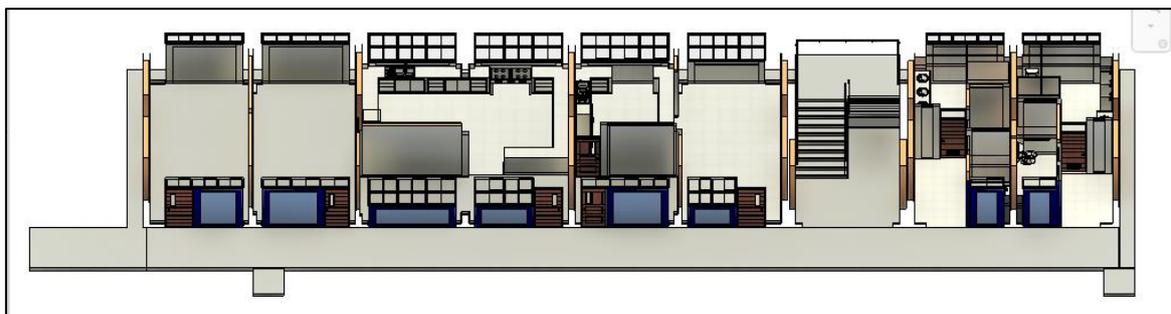
Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.

Nota: Vista 3D exterior del módulo 2, se aprecia pintura, puertas y ventanas, veredas y rampas, cobertura de techo con ladrillo pandereta.

En la figura 22 se aprecia interiormente el primer nivel del módulo 2, donde se realizó el modelado de tabiquería, porcelanatos en cocinas, pintura, barandas en escaleras, puertas y ventanas (altas y bajas) y veredas y rampas. La figura 23 muestra la vista interna de los 3 niveles de ambientes típicos de servicios higiénicos, donde se desarrolló el modelado de cielorrasos, zócalos, aparatos sanitarios, pisos (porcelanato) y carpintería.

### Figura 22

#### Modelo 3D de Arquitectura: Interiores del Módulo 2

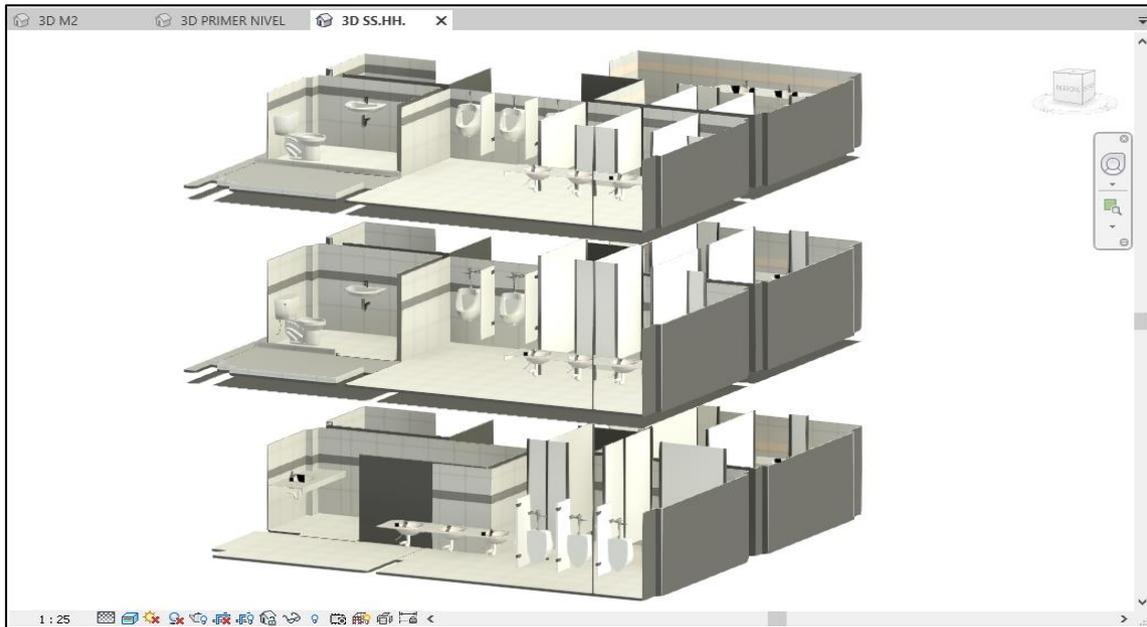


Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.

Nota: Vista 3D interna del módulo 2, primer nivel, donde se aprecia la distribución de áreas y modelado de elementos arquitectónicos.

**Figura 23**

*Modelo 3D de Arquitectura: Interior SS.HH.*



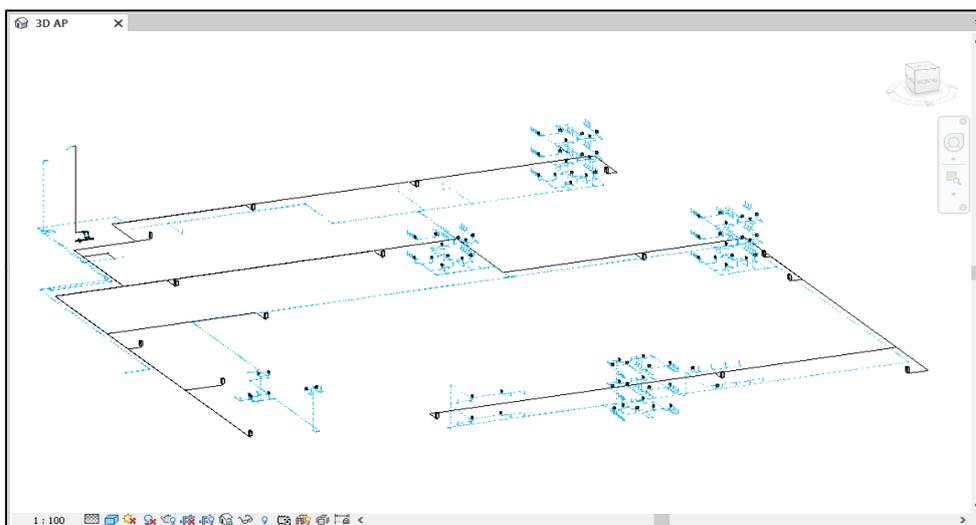
*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota: Vista 3D interna de los ambientes de servicios higiénicos típicos, se observa el modelado de porcelanatos en pisos y contra socalos, cielorrasos y aparatos sanitarios.*

**C. Modelo 3D Instalaciones Sanitarias.** De manera interoperable se vincularon los modelos BIM de estructuras y arquitectura, facilitando en la ubicación de elementos, accesorios y aparatos sanitarios. Se realizó el modelado según las subespecialidades, como se muestran a continuación en las siguientes figuras.

**Figura 24**

*Modelo 3D de Instalaciones Sanitarias: Agua Fría (SAF).*

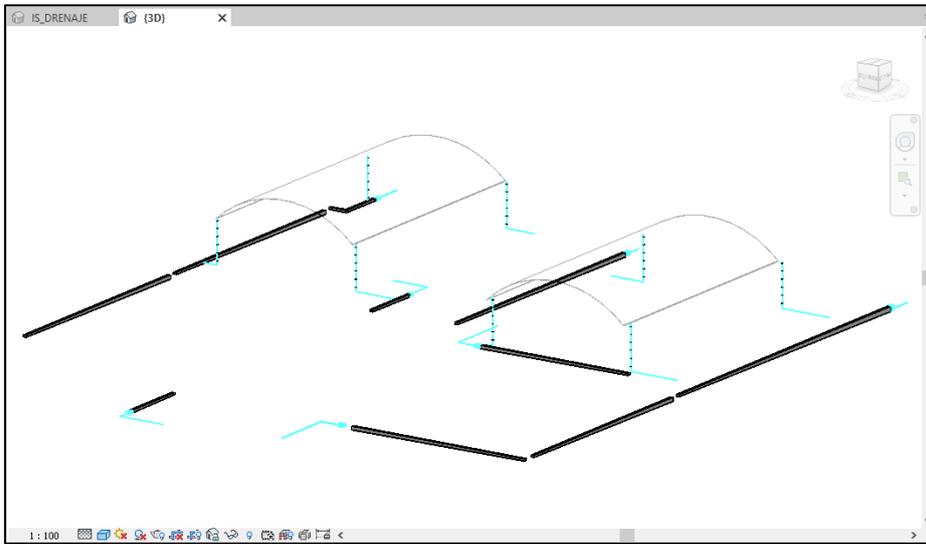


*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota: Vista general 3D de tuberías de agua fría, almacenamiento en cisterna y distribución de agua del tanque elevado hacia los módulos (línea azul) y la distribución de agua para riego (línea negra).*

**Figura 25**

*Modelo 3D de Instalaciones Sanitarias: Drenaje Pluvial (SDP).*



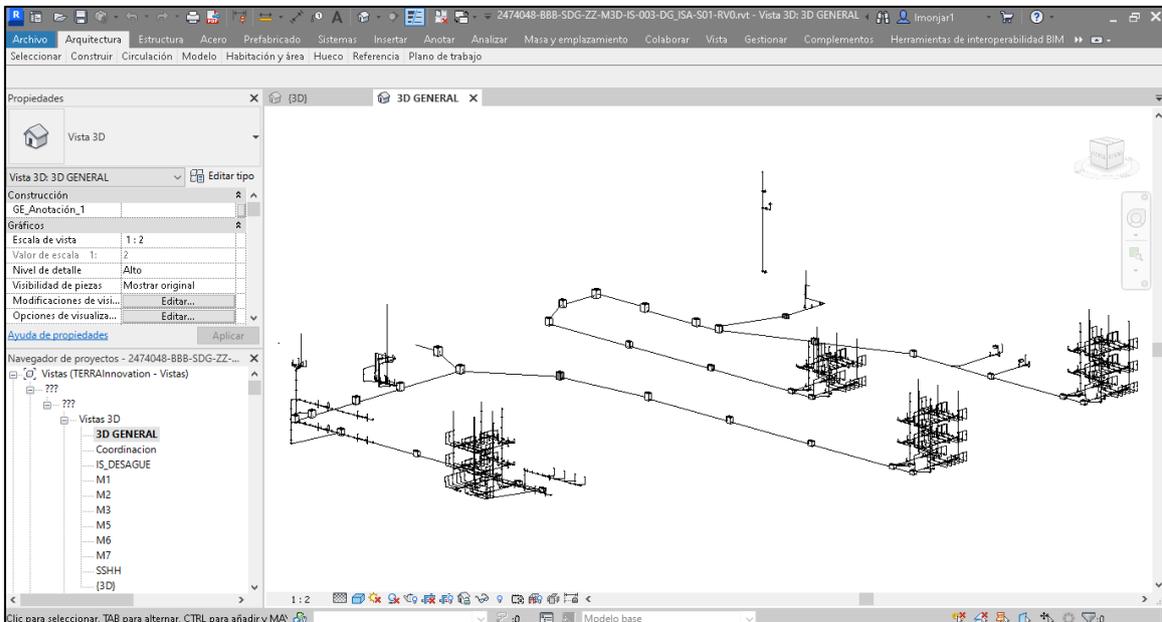
*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota: Vista general 3D tuberías de drenaje pluvial desde las coberturas y módulos hacia rejillas de concreto y acero distribuidas en el área de construcción.*

En las figuras 26 y 27 se evidencia el modelado de las subespecialidades de sistema de desagüe y agua contra incendio.

**Figura 26**

*Modelado 3D de Instalaciones Sanitarias: Sistema de Desagüe (SDG)*

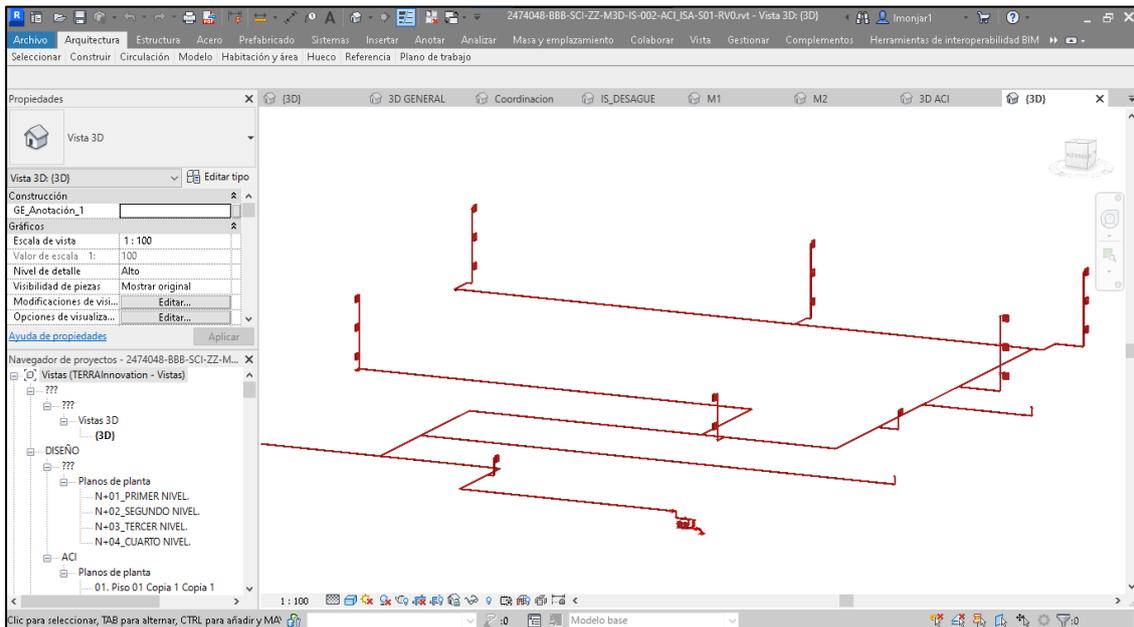


*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota: Levantamiento general 3D de montantes (tuberías) y bajadas según el nivel sanitario hacia cajas de registro.*

**Figura 27**

*Modelo 3D de Instalaciones Sanitarias: Contra Incendios (SCI).*



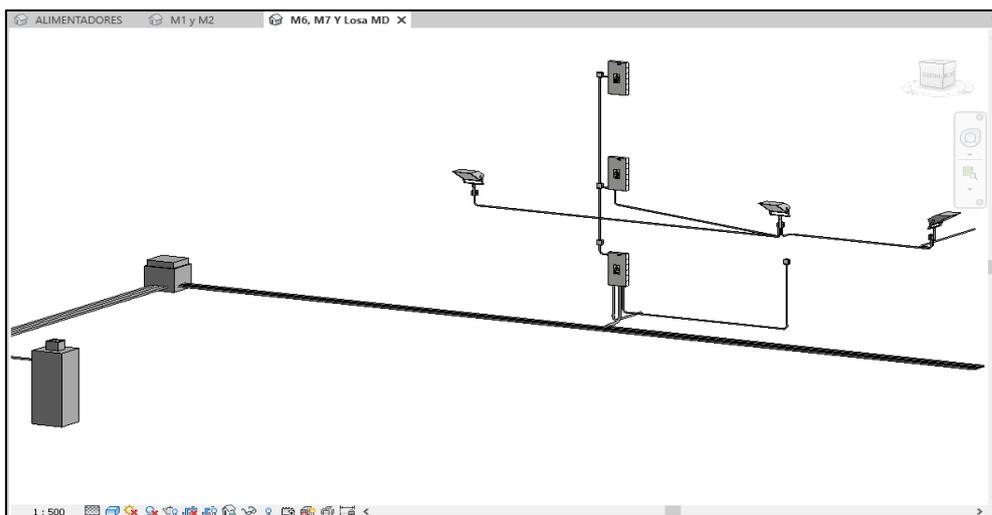
*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota:* Levantamiento general 3D, se evidencia el modelado de tuberías de acero para el sistema de agua contra incendio.

**D. Modelo 3D Instalaciones Eléctricas.** Se realizó el modelamiento BIM de elementos, accesorios y aparatos eléctricos, según las subespecialidades, como se muestran a continuación en las siguientes figuras.

**Figura 28**

*Modelo 3D Instalaciones Eléctricas: Alimentadores y Tableros Eléctricos.*

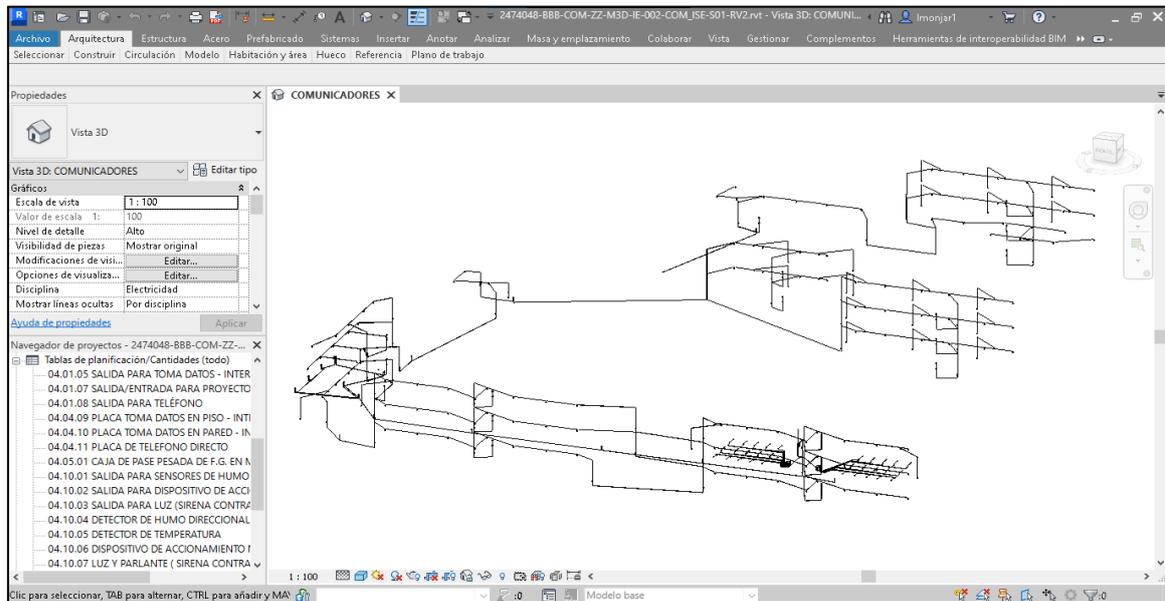


*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota:* Se evidencia el modelado de tableros, pozos y cajas eléctricas, tuberías e iluminación.

**Figura 29**

*Modelo 3D Instalaciones Eléctricas: Comunicadores.*



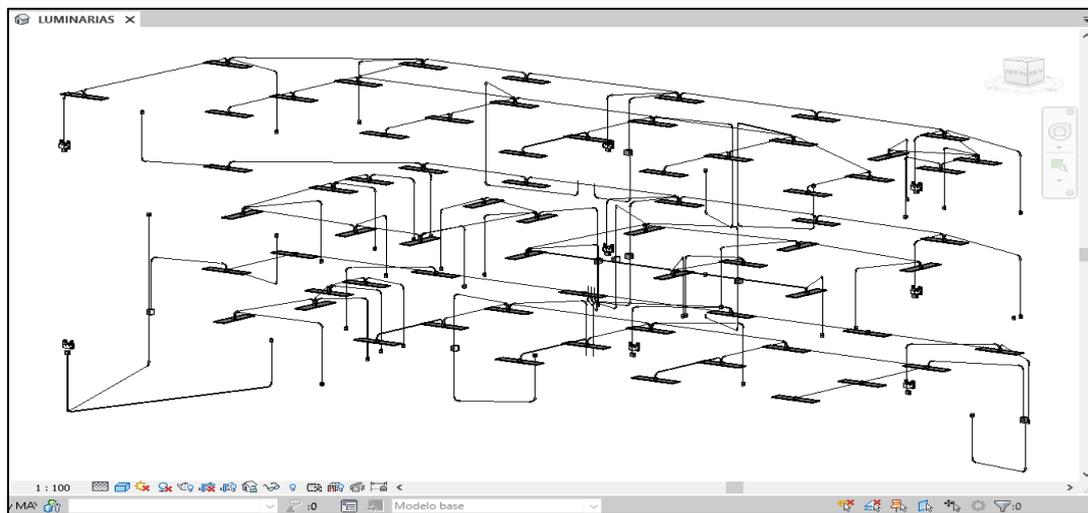
*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023.*

*Nota: Se evidencia el modelado de la red de comunicaciones y sistema contra incendios.*

En las figuras 30 se aprecia el desarrollo de la red de luminarias y tomacorrientes del módulo 5.

**Figura 30**

*Modelo 3D Luminarias y Tomacorrientes Modulo 5.*



*Elaboración Propia*

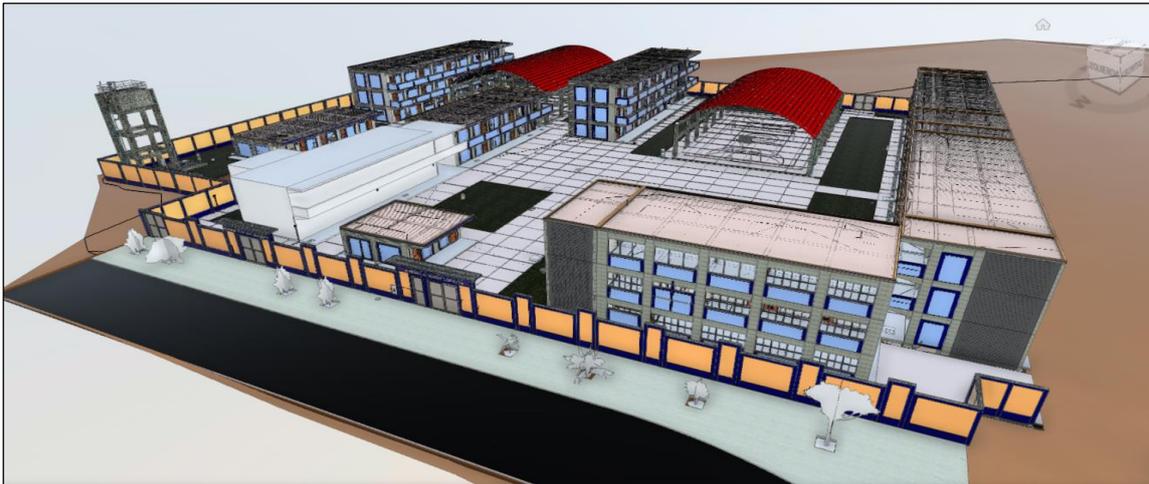
Los planos y renders obtenidos mediante la metodología BIM se adjuntan como anexos en la parte final de esta investigación.

#### 4.1.3 Oe 3. Determinación de incompatibilidades

Para el desarrollo del objetivo específico 3 se compatibilizaron las especialidades en estudio, creando un modelo federado en el software Navisworks (figura 31), partiendo de ello se determinan las incompatibilidades entre ellas.

**Figura 31**

*Modelo Federado del Proyecto*



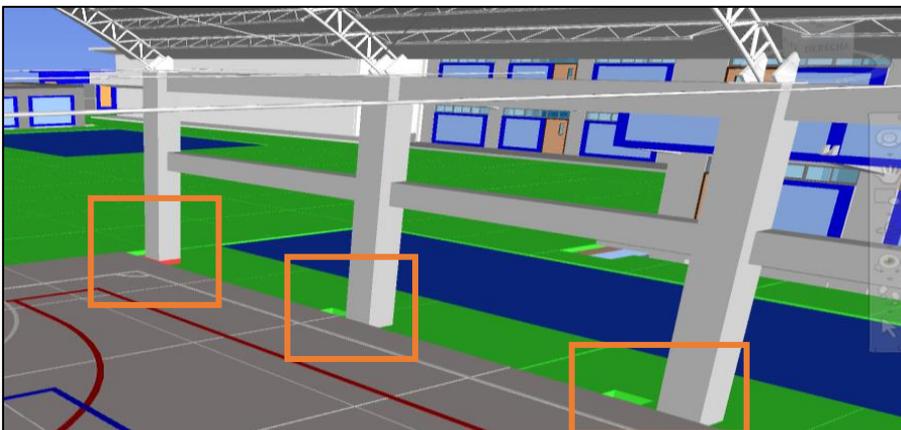
*Elaboración propia - Captura del software Navisworks.*

*Nota: Se evidencia la elaboración del modelo federado del proyecto de recuperación de infraestructura de la institución educativa RAÑE.*

**A. Estructuras VS. Arquitectura.** Se evidencian las siguientes interferencias más representativas. En la figura 32 se muestra la interferencia entre elementos estructurales (columnas de concreto armado) de la losa deportiva, no ubicándose dentro de los ejes arquitectónicos y conjuntamente con el diseño (dimensiones) de la losa patio.

**Figura 32**

*Incompatibilidad entre columnas y losa deportiva*



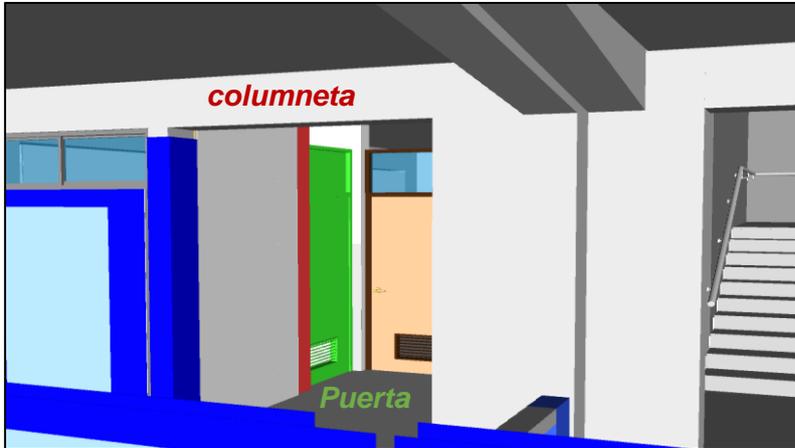
*Elaboración propia - Captura del software Navisworks.*

*Nota: Se muestra incongruencia de ubicación de elementos estructurales con respecto al diseño o espacios de la losa deportiva.*

En la figura 33 se muestra la interferencia entre un elemento estructural (columneta) y un elemento arquitectónico (puerta) del módulo 7.

**Figura 33**

*Incompatibilidad entre Columna y Puerta del Módulo 7*

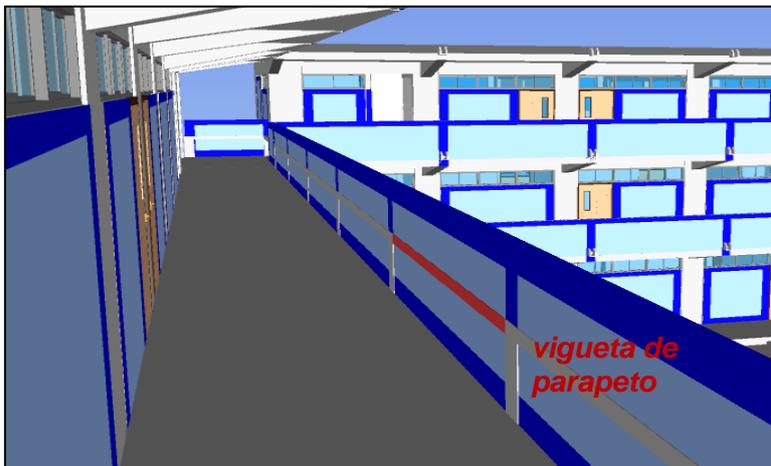


*Elaboración propia - Captura del software Navisworks.*

En la figura 34 se evidencia la diferencia de niveles entre las especialidades de estructuras y arquitectura, teniendo como incongruencia el amarre del parapeto en los balcones del módulo 7 y en la figura 35 se aprecia parte del informe de conflictos obtenido por el software.

**Figura 34**

*Incompatibilidad entre Muros, Viguetas y Columnetas.*



*Elaboración propia - Captura del software Navisworks.*

**Figura 35**

*Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks.*

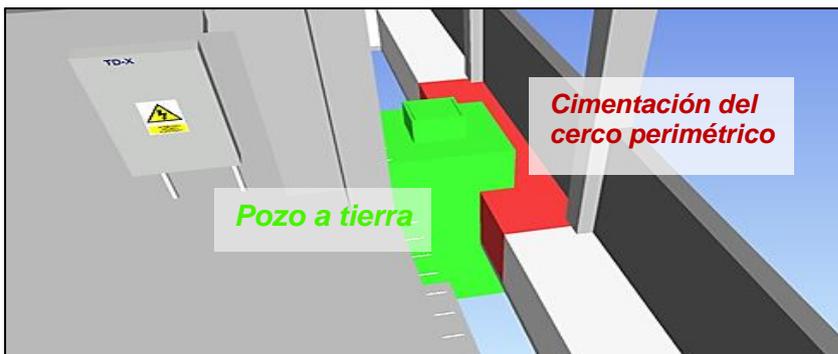
AUTODESK NAVISWORKS Informe de conflictos													
EST vs ARQ	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado				
	0.010m	2313	0	884	1429	0	0	Estático	Aceptar				
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
						ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Activo	-0.375	2024/2/6 01:19	x:719792.934, y:9096382.886, z:15.850	ID de elemento: 427335	N.C -0.70	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 793662	N+01_PRIMER NIVEL	Concreto 175 kg/cm2 - Veredas y rampas	Sólido
	Conflicto2	Activo	-0.300	2024/2/6 01:19	x:719749.747, y:9096394.372, z:15.700	ID de elemento: 510621	N.F.Z - Losa Deportiva	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 232271	N.P.N. +0.00	Hormigón	Sólido
	Conflicto3	Activo	-0.300	2024/2/6 01:19	x:719745.407, y:9096412.870, z:15.700	ID de elemento: 510655	N.F.Z - Losa Deportiva	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 232271	N.P.N. +0.00	Hormigón	Sólido
	Conflicto4	Activo	-0.300	2024/2/6 01:19	x:719781.129, y:9096401.581, z:15.700	ID de elemento: 510417	N.F.Z - Losa Deportiva	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 232271	N.P.N. +0.00	Hormigón	Sólido
	Conflicto5	Activo	-0.300	2024/2/6 01:19	x:719776.789, y:9096420.079, z:15.700	ID de elemento: 510383	N.F.Z - Losa Deportiva	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 232271	N.P.N. +0.00	Hormigón	Sólido

Fuente: Extraído del software Navisworks.

**B. Estructuras vs. Instalaciones Eléctricas.** La figura 36 se muestra la interferencia entre el pozo eléctrico y la cimentación del cerco perimétrico. Así mismo en la figura 37 se muestra el conflicto entre la viga volado y la luminaria, ocasionando posiblemente tiempos adicionales en la ejecución y la figura 38 muestra la incompatibilidad entre la columna y el tablero eléctrico.

**Figura 36**

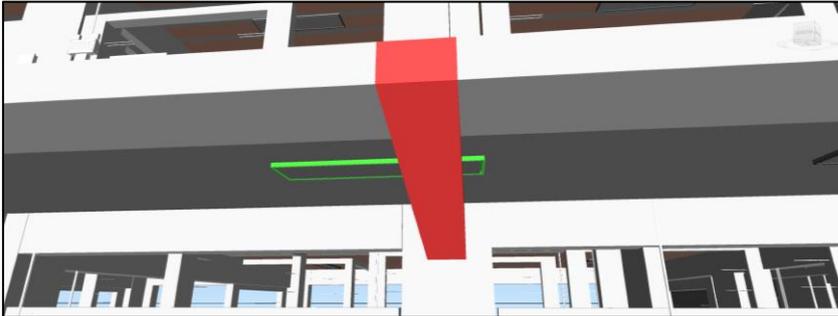
*Conflicto entre pozo de puesta a tierra y cimentación del cerco Perimétrico.*



Elaboración Propia

**Figura 37**

*Conflicto entre Luminaria y Viga Voladizo.*



*Elaboración Propia*

**Figura 38**

*Conflicto entre Columna y Tablero de Distribución.*



*Elaboración Propia*

**Figura 39**

*Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks.*

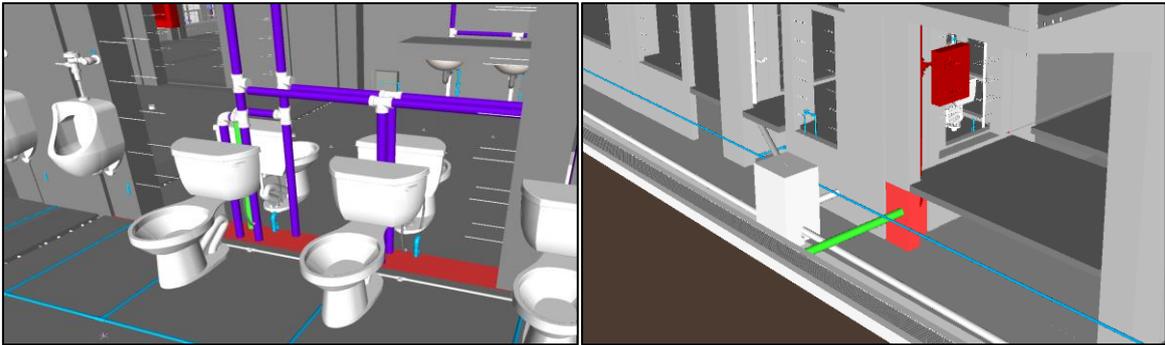
AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos													
EST Vs. IIEE	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado				
	0.020m	190	0	190	0	0	0	Estático	Antiguo				
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1				Elemento 2			
						ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Activo	-0.400	2023/12/20 21:28	x:719695.410, y:9096466.842, z:13.373	ID de elemento: 430943	N.FC - Cisterna	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 616208	N+01_PRIMER NIVEL	POZO DE PUESTA A TIERRA	Sólido
	Conflicto6	Activo	-0.272	2023/12/20 21:28	x:719696.256, y:9096467.613, z:15.150	ID de elemento: 412693	<Sin nivel>	Cimentación de muro	Sólido	ID de elemento: 616208	N+01_PRIMER NIVEL	POZO DE PUESTA A TIERRA	Sólido
	Conflicto7	Activo	-0.272	2023/12/20 21:28	x:719696.307, y:9096467.397, z:14.250	ID de elemento: 566909	N.F. Poza	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 616208	N+01_PRIMER NIVEL	POZO DE PUESTA A TIERRA	Sólido
	Conflicto8	Activo	-0.147	2023/12/20 21:28	x:719712.863, y:9096382.975, z:25.492	ID de elemento: 417350	N+04_CUARTO NIVEL	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 591495	N+03_TERCER NIVEL	Aluminio Mate	Sólido
	Conflicto9	Activo	-0.147	2023/12/20 21:28	x:719712.863, y:9096382.975, z:22.241	ID de elemento: 407894	N+03_TERCER NIVEL	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 591495	N+02_SEGUNDO NIVEL	Aluminio Mate	Sólido
	Conflicto10	Activo	-0.145	2023/12/20 21:28	x:719731.341, y:9096436.399, z:15.316	ID de elemento: 387965	N-01_N.FVC	Hormigón, moldeado in situ	Sólido	ID de elemento: 711997	N+01_PRIMER NIVEL	Estándar	Sólido

*Fuente: Extraído del software Navisworks.*

**C. Estructuras vs. Instalaciones Sanitarias.** La figura 40 muestra como diferentes tuberías sanitarias atraviesan el elemento estructural (vigas), debilitando su desempeño. La figura 41, la losa de patio no contempla diseño de caja de registro, también se evidencia el conflicto entre columna y aparato sanitario. El informe completo de conflictos se muestra en los anexos de la presente investigación.

**Figura 40**

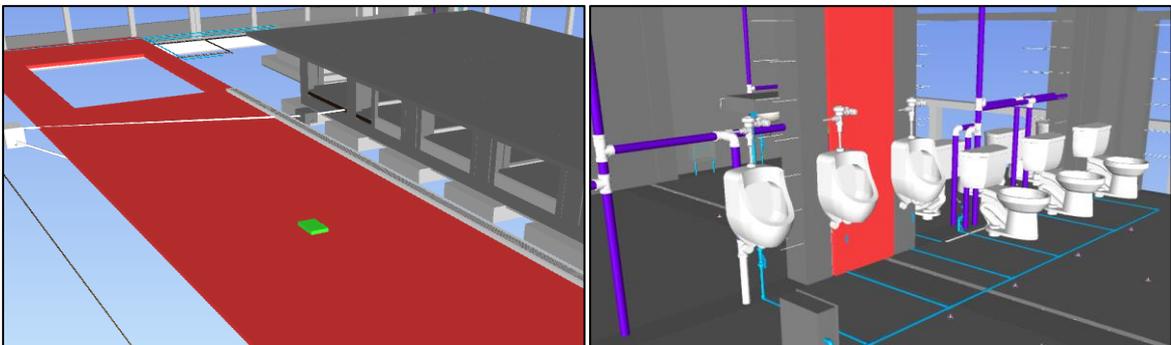
*Tuberías Sanitarias Atraviesa Elementos Estructurales.*



*Elaboración Propia – Captura del software Navisworks*

**Figura 41**

*Interferencias entre Arquitectura e Instalaciones Sanitarias.*



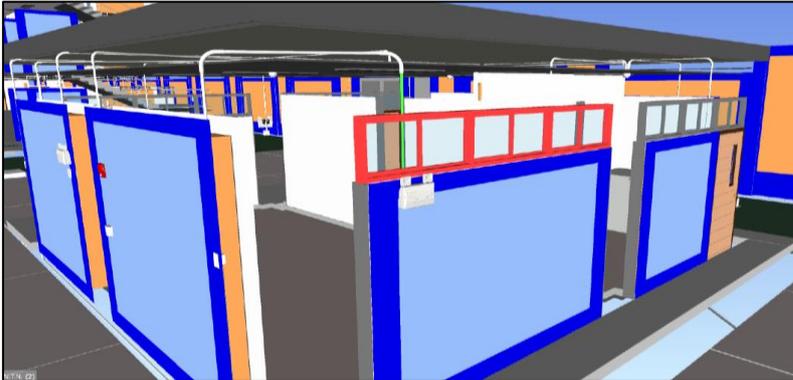
*Elaboración Propia – Captura del software Navisworks*

*Nota: Izq. Losa Patio no contempla Caja de Registro. Der. Conflicto entre Aparato Sanitario y Columna.*

**D. Arquitectura vs. Instalaciones Eléctricas.** Se obtuvieron las siguientes interferencias más representativas, en la figura 42 muestra el conflicto entre la ventana alta y la tubería eléctrica y en la figura 43 se muestra parte del informe de conflicto entre ambas especialidades.

**Figura 42**

*Conflicto entre Ventana y Tubería Eléctrica.*



*Elaboración Propia – Captura del software Navisworks*

**Figura 43**

*Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks.*

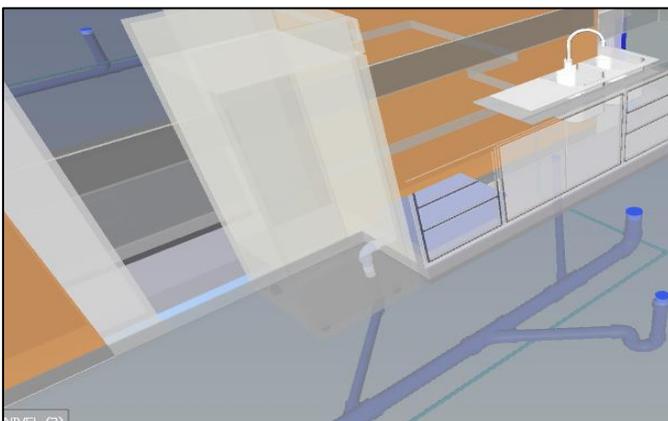
	Conflicto310	Activo	-0.037	2023/12/16 0:45	x:719759.095, y:9096427.678, z:24.600	ID de elemento: 729042	N+03_TERCER NIVEL	MARCO VENTANA AL	Sólido	ID de elemento: 878095	N+03_TERCER NIVEL	Tubo sin uniones	Sólido
	Conflicto311	Activo	-0.037	2023/12/16 0:45	x:719759.095, y:9096427.678, z:21.350	ID de elemento: 729042	N+02_SEGUNDO NIVEL	MARCO VENTANA AL	Sólido	ID de elemento: 873223	N+02_SEGUNDO NIVEL	Tubo sin uniones	Sólido
	Conflicto317	Activo	-0.037	2023/12/16 0:45	x:719703.236, y:9096422.646, z:18.600	ID de elemento: 280728	N+01_PRIMER NIVEL	MARCO VENTANA AL	Sólido	ID de elemento: 805186	N+01_PRIMER NIVEL	Tubo sin uniones	Sólido
	Conflicto326	Activo	-0.036	2023/12/16 0:45	x:719731.507, y:9096436.489, z:17.950	ID de elemento: 772211	N+01_PRIMER NIVEL	Ladrillo KK 18 Huecos - Soga	Sólido	ID de elemento: 760053	N+01_PRIMER NIVEL	Tubo sin uniones	Sólido

*Fuente: Extraído del software Navisworks.*

**E. Arquitectura vs. Instalaciones Sanitarias.** La figura 44 muestra el conflicto entre mobiliario arquitectónico y tubería sanitaria y la figura 45 se muestra como ejemplo el informe de conflictos.

**Figura 44**

*Interferencia entre Mobiliario Arquitectónico y Tubería Sanitaria.*



*Elaboración Propia – Captura del software Navisworks*

**Figura 45**

*Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks.*

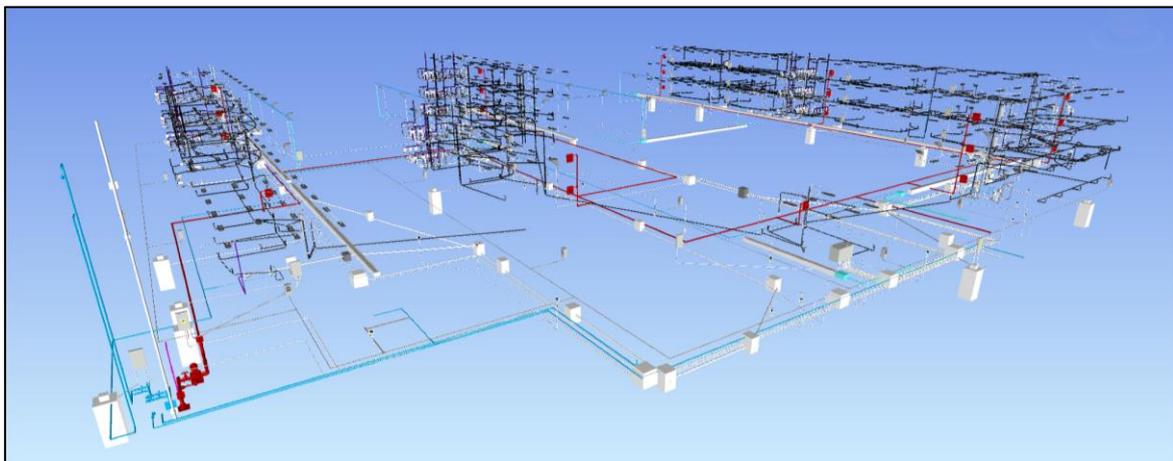
AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos													
ARQ Vs. IISA	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado				
	0.020m	83	0	83	0	0	0	Estático	Antiguo				
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
						ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto260	Activo	-0.079	2023/12/21 18:14	x:719763.040, y:9096469.072, z:21.969	ID de elemento: 361900	N+02_SEGUNDO NIVEL	Concreto - Tarrajeo	Sólido	ID de elemento: 1067026	N+03_TERCER NIVEL	PVC_Desague	Sólido
	Conflicto271	Activo	-0.078	2023/12/21 18:14	x:719756.188, y:9096382.049, z:21.858	ID de elemento: 791494	N+02_SEGUNDO NIVEL	Ladrillo KK 18 Huecos - Soga	Sólido	ID de elemento: 1083582	N+03_TERCER NIVEL	PVC_Desague	Sólido
	Conflicto284	Activo	-0.077	2023/12/21 18:14	x:719780.547, y:9096432.991, z:18.750	ID de elemento: 778486	N+01_PRIMER NIVEL	Pintura oleo mate blanco	Sólido	ID de elemento: 1080700	N+02_SEGUNDO NIVEL	PVC_Desague	Sólido
	Conflicto285	Activo	-0.077	2023/12/21 18:14	x:719744.239, y:9096439.771, z:18.746	ID de elemento: 767865	N+01_PRIMER NIVEL	Pintura oleo mate blanco	Sólido	ID de elemento: 1080040	N+02_SEGUNDO NIVEL	PVC_Desague	Sólido

Fuente: Extraído del software Navisworks.

**F. Instalaciones Eléctricas vs. Instalaciones Sanitarias.** En la figura 46 se muestra la compatibilidad de las especialidades mencionadas, llegando a determinar las interferencias entre ellas, siendo las más representativas, evidenciadas en las figuras 47 y 48, muestra el conflicto entre las tuberías sanitarias y los buzones eléctricos.

**Figura 46**

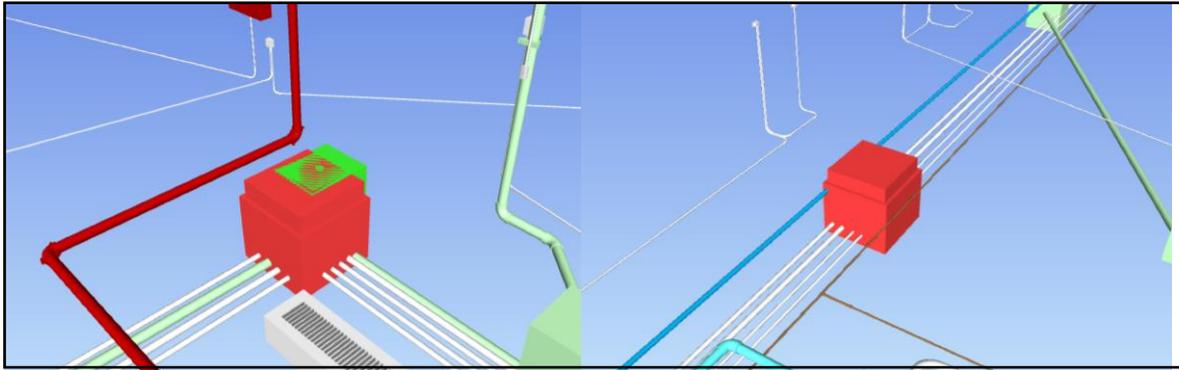
*Compatibilidad de Modelos 3D: Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias.*



Elaboración Propia – Captura del software Navisworks.

**Figura 47**

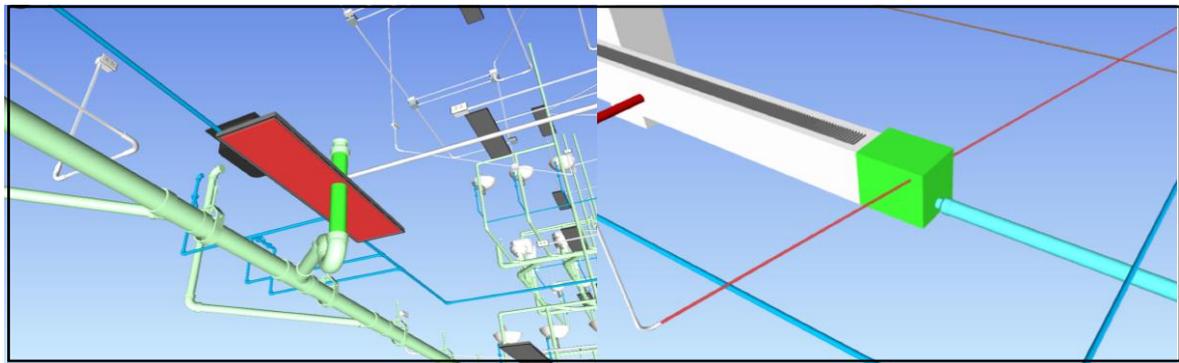
*Conflicto entre Buzones Eléctricos y Tubería Sanitarias.*



*Elaboración Propia – Captura del software Navisworks.*

**Figura 48**

*Interferencia entre Luminaria y Tubería Sanitaria.*



*Elaboración Propia – Captura del software Navisworks.*

**Figura 49**

*Ejemplo de Informe de Conflictos (interferencias): Navisworks.*

AUTODESK® NAVISWORKS®		Informe de conflictos													
IIIEE Vs. IISA		Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado					
		0.020m	58	0	52	6	0	0	Estático	Antiguo					
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2					
							ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	
	Conflicto1	Activo	-0.310	Estático	2024/1/10 0:59	x:719706.829, y:9096405.707, z:15.000	ID de elemento: 590307	N+01_PRIMER NIVEL	BUZON ELECTRICO	Sólido	ID de elemento: 1053252	N+01_PRIMER NIVEL	PVC_Desague	Sólido	
	Conflicto2	Activo	-0.225	Estático	2024/1/10 0:59	x:719749.858, y:9096464.114, z:15.449	ID de elemento: 590307	N+01_PRIMER NIVEL	BUZON ELECTRICO	Sólido	ID de elemento: 1050509	N+01_PRIMER NIVEL	PVC_Desague	Sólido	
	Conflicto3	Activo	-0.200	Estático	2024/1/10 0:59	x:719714.833, y:9096374.149, z:15.800	ID de elemento: 590307	N+01_PRIMER NIVEL	BUZON ELECTRICO	Sólido	ID de elemento: 1051228	N+01_PRIMER NIVEL	PVC_Desague	Sólido	

*Fuente: Extraído del software Navisworks.*

Los informes de conflictos se adjuntan al final de esta investigación.

**G. Resumen de incompatibilidades.** En la tabla 5 se muestra la cantidad de incompatibilidades entre las especialidades en estudio, siendo la numerosa entre estructuras y arquitectura.

**Tabla 5**

*Resumen de Número de Incompatibilidades entre las Disciplinas Estudiadas*

Especialidades	Número de Incompatibilidades	%
Estructuras vs. Arquitectura	2313	76.3%
Estructuras vs. Instalaciones Eléctricas	190	6.3%
Estructuras vs. Instalaciones Sanitarias	357	11.8%
Arquitectura vs. Instalaciones Eléctricas	32	1.1%
Arquitectura vs. Instalaciones Sanitarias	83	2.7%
Instalaciones Eléctricas vs. Instalaciones Sanitarias	58	1.9%
Total	3033	100.0%

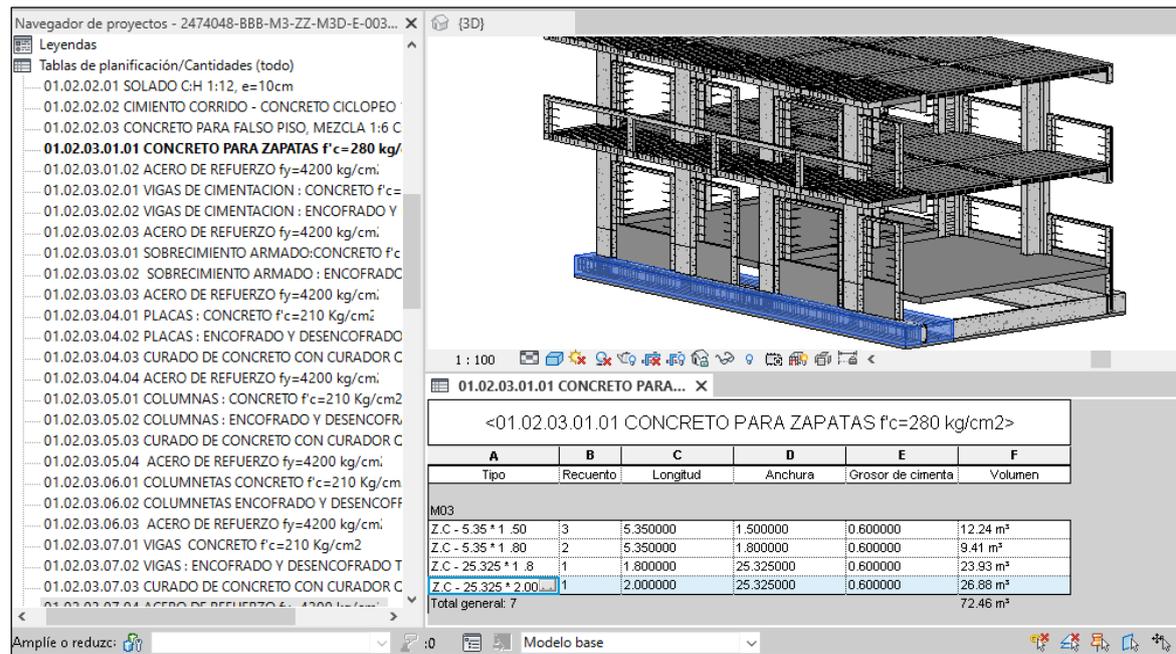
*Elaboración propia*

#### 4.1.4 Oe 4. Comparación entre metrados BIM y metrados tradicionales

Respecto al objetivo específico 4 se realizó el reporte de metrados a partir de modelos 3D según la especialidad. El computo de metrados se obtuvo de forma automática, mediante tablas de cantidades como se muestra en la figura 50 de forma ordenada según parámetros recopilados del expediente técnico.

**Figura 50**

*Interfaz de Revit en el Reporte de Metrados*



*Elaboración Propia – Captura del software Revit 2023*

*Nota:* Metrados obtenidos de modelos 3D, en el caso de la especialidad de estructuras, se muestra las tablas de cantidades según referencia de partidas en las planillas de metrados del ET.

Como se muestran en las siguientes tablas, las partidas sombreadas de amarillo, determinan que el metrado BIM fue superior al del método tradicional y las sombreadas de verde tuvieron menor metrado BIM en relación al metrado del expediente. Además, las partidas sombreadas de rojo son aquellas que carecen de metrado, es decir, no se consideraron en los planos, pero si en las planillas de metrados del ET, al contrario de las partidas sombreadas de celeste, donde se modeló según planos y tuvo que agregarse como partida adicional.

**A. Metrados BIM de Estructuras.** De acuerdo a los modelos 3D realizado, en la tabla 6 se muestran los metrados BIM comparados con los metrados del expediente técnico, observando significativas diferencias en las partidas de concreto armado, encofrado y desencofrado, acero de refuerzo.

**Tabla 6***Comparación de Metrados en Estructuras.*

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrados ET	Metrados BIM	Δ	Δ%
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES Y ESTRUCTURAS					
1.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES					
01.01.01.01	OFICINA Y ALMACEN DE OBRAS	mes	10.00	13.00	3.00	30%
01.01.01.02	CASETA DE GUARDIANIA	m2	2.25	2.25	0.00	0%
01.01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 6.00X4.00M	Und.	1.00	1.00	0.00	0%
01.01.01.04	SERVICIOS HIGIENICOS PORTATIL PARA LA OBRA	mes	10.00	13.00	3.00	30%
01.01.01.05	CERCO PROVISIONAL DE TRIPLAY	m	388.00	388.00	0.00	0%
01.01.02	OBRAS PRELIMINARES					
01.01.02.01	REMOCION DE TIERRA EN AREAS VERDES	m2	162.20	180.30	18.10	11%
01.01.02.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1,642.57	1,642.57	0.00	0%
01.01.02.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
01.01.02.04	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	1.00	0.00	0%
01.01.02.05	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	3,244.80	3,526.00	281.20	9%
01.01.03	DESMONTAJES					
01.01.03.01	DESMONTAJE DE PUERTAS	m2	112.20	112.20	0.00	0%
01.01.03.02	DESMONTAJE DE VENTANAS	m2	106.80	106.80	0.00	0%
01.01.03.03	DESMONTAJE DE APARATOS SANITARIOS	Und	35.00	35.00	0.00	0%
01.01.03.04	DESMONTAJE DE TECHOS	m2	2,946.53	2,946.53	0.00	0%
01.01.03.05	DESMONTAJE DE VIGUETAS METALICAS	Und	81.00	81.00	0.00	0%
01.01.03.06	DESMONTAJE DE CERCO METALICO EN JARDINES	m	184.22	184.22	0.00	0%
01.01.03.07	DESMONTAJE DE ARTEFACTOS DE ILUMINACION	Und	75.00	75.00	0.00	0%
01.01.04	DEMOLICIONES					

01.01.04.01	DEMOLICION MASIVA CON MAQUINARIA	m3	5,416.89	5,416.89	0.00	0%
01.01.04.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA Dmin 15 km	m3	5,498.14	5,498.14	0.00	0%
<b>01.01.05</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>					
01.01.05.01	PLAN DE SEGURIDAD	glb	1.00	1.00	0.00	0%
01.01.05.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	Und	40.00	60.00	20.00	50%
01.01.05.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	1.00	0.00	0%
01.01.05.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	1.00	0.00	0%
01.01.05.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	1.00	0.00	0%
01.01.05.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	glb	1.00	1.00	0.00	0%
1.02	ESTRUCTURAS					
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
01.02.01.01	CORTE Y NIVELACION DE TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	1,636.83	1,636.83	0.00	0%
01.02.01.02	EXCAVACION Y PERFILADO DE TERRENO EN ZANJA, ZAPATAS, VIGAS DE CIMENTACION CON MAQUINARIA	m3	2,192.93	2,192.93	0.00	0%
01.02.01.03	EXCAVACION Y PERFILADO PARA CISTERNA CON MAQUINARIA	m3	226.45	226.45	0.00	0%
01.02.01.04	EXCAVACION CON HERRAMIENTAS MANUALES	m3	177.28	177.28	0.00	0%
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO CON MAQUINARIA	m3	590.43	590.43	0.00	0%
01.02.01.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO-HORMIGON	m3	400.29	400.29	0.00	0%
01.02.01.07	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA	m3	1,973.09	1,973.09	0.00	0%
<b>01.02.02</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>					
01.02.02.01	SOLADO C:H 1:12, e=10cm	m2	1,265.17	1,993.08	727.91	58%
01.02.02.02	CIMIENTO CORRIDO - CONCRETO CICLÓPEO 1:10+30%PG	m3	47.14	44.49	-2.65	-6%
01.02.02.03	CONCRETO PARA FALSO PISO, MEZCLA 1:6 C:H	m3	155.75	180.98	25.24	16%
<b>01.02.03</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>					
<b>01.02.03.01</b>	<b>ZAPATAS</b>					
01.02.03.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=280 kg/cm2	m3	815.40	689.37	-126.03	-15%

01.02.03.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	43,415.98	41,489.92	-1,926.06	-4%
01.02.03.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN					
01.02.03.02.01	VIGAS DE CIMENTACION : CONCRETO f'c=280 Kg/cm2	m3	36.99	103.28	66.29	179%
01.02.03.02.02	VIGAS DE CIMENTACION : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	256.54	581.06	324.52	127%
01.02.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	18,304.14	63.01	-18,241.13	-100%
01.02.03.03	SOBRECIMENTOS ARMADOS					
01.02.03.03.01	SOBRECIMIENTO ARMADO:CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	101.33	81.17	-20.16	-20%
01.02.03.03.02	SOBRECIMIENTO ARMADO : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,278.83	978.09	-300.74	-24%
01.02.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	8,765.69	7,945.51	-820.18	-9%
01.02.03.04	PLACAS					
01.02.03.04.01	PLACAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	213.44	221.57	8.13	4%
01.02.03.04.02	PLACAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO TIPO CARAVISTA	m2	1,734.20	1,773.40	39.20	2%
01.02.03.04.03	CURADO DE CONCRETO CON CURADOR QUÍMICO	m2	1,734.20	1,773.40	39.20	2%
01.02.03.04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	17,728.29	19,870.12	2,141.83	12%
01.02.03.05	COLUMNAS					
01.02.03.05.01	COLUMNAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	455.63	555.62	99.99	22%
01.02.03.05.02	COLUMNAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO TIPO CARAVISTA	m2	4,327.86	9,871.95	5,544.09	128%
01.02.03.05.03	CURADO DE CONCRETO CON CURADOR QUÍMICO	m2	4,327.86	9,804.65	5,476.79	127%
01.02.03.05.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	97,038.23	149,616.34	52,578.11	54%
01.02.03.06	COLUMNETAS					
01.02.03.06.01	COLUMNETAS: CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	153.20	168.32	15.12	10%
01.02.03.06.02	COLUMNETAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,579.96	2,281.22	701.26	44%
01.02.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	19,304.79	8,790.11	-10,514.68	-54%
01.02.03.07	VIGAS					
01.02.03.07.01	VIGAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	476.63	453.06	-23.57	-5%
01.02.03.07.02	VIGAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO TIPO CARAVISTA	m2	2,984.46	7,788.45	4,803.99	161%
01.02.03.07.03	CURADO DE CONCRETO CON CURADOR QUÍMICO	m2	3,004.48	7,788.45	4,783.97	159%
01.02.03.07.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	83,108.47	70,595.98	-12,512.49	-15%
01.02.03.07	VIGAS DE CONFINAMIENTO					

01.02.03.07.01	VIGAS DE CONFINAMIENTO: CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	73.42	68.25	-5.17	-7%
01.02.03.07.02	VIGAS DE CONFINAMIENTO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	948.08	1,494.39	546.31	58%
01.02.03.07.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	7,139.92	3,458.25	-3,681.67	-52%
01.02.03.07	LOSAS ALIGERADAS					
01.02.03.07.01	LOSA ALIGERADA : CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	261.42	364.66	103.24	39%
01.02.03.07.02	LOSA ALIGERADA : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3,107.98	3,584.23	476.25	15%
01.02.03.07.03	LOSA ALIGERADA:LADRILLO DE TECHO DE 15X30X30	Und.	25,889.50	32,166.00	6,276.50	24%
01.02.03.07.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	23151.30	25,223.33	2,072.03	9%
01.02.03.08	LOSA MACIZA					
01.02.03.08.01	LOSA MACIZA : CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	209.85	208.33	-1.52	-1%
01.02.03.08.02	LOSA ARMADA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,042.87	1,082.14	39.27	4%
01.02.03.08.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	12,489.94	17,722.91	5,232.97	42%
01.02.03.09	ESCALERAS					
01.02.03.09.01	ESCALERAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	73.68	47.03	-26.65	-36%
01.02.03.09.02	ESCALERAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	276.64	372.68	96.04	35%
01.02.03.09.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	5,519.18	6,928.65	1,409.47	26%
01.02.03.10	MESAS DE CONCRETO					
01.02.03.10.01	MESA DE CONCRETO f'c=175 Kg/cm2	m3	7.19	5.22	-1.97	-27%
01.02.03.10.02	MESA DE CONCRETO : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	168.69	70.61	-98.08	-58%
01.02.03.10.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	471.51	2.91	-468.60	-99%
01.02.03.11	CISTERNA SUBTERRANEA					
01.02.03.11.01	CISTERNA : CONCRETO f'c=280 Kg/cm2 , CON IMPERMEABILIZANTE	m3	119.87	76.81	-43.06	-36%
01.02.03.11.02	CISTERNA : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	588.06	276.63	-311.43	-53%
01.02.03.11.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	8,424.57	6,650.47	-1,774.10	-21%
01.02.03.12	TANQUE ELEVADO					
01.02.03.12.01	TANQUE ELEVADO: CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON IMPERMEABILIZANTE	m3	37.38	29.34	-8.04	-22%
01.02.03.12.02	TANQUE ELEVADO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	336.46	407.22	70.76	21%

01.02.03.12.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	1533.17	4,664.43	3,131.26	204%
01.02.03.13	CERCO PERIMETRICO					
01.02.03.13.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
01.02.03.13.01.01	EXCAVACION MANUAL (H=1.60m), EN CERCO PERIMETRICO	m <sup>3</sup>	254.09	254.09	0.00	0%
01.02.03.13.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO CON MAQUINARIA	m <sup>3</sup>	104.28	104.28	0.00	0%
01.02.03.13.01.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA	m <sup>3</sup>	201.75	201.75	0.00	0%
01.02.03.13.02	CONCRETO SIMPLE					
01.02.03.13.02.01	CIMIENTO CORRIDO - CONCRETO CICLÓPEO 1:10+30%PG	m <sup>3</sup>	127.94	175.90	47.96	37%
01.02.03.13.02.03	SOLADO C:H 1:12, e=10cm	m <sup>2</sup>	159.93	232.96	73.03	46%
01.02.03.13.03	CONCRETO ARMADO					
01.02.03.13.03.01	SOBRECIMENTOS ARMADOS					
01.02.03.13.03.01.01	SOBRECIMIENTO ARMADO: CONCRETO $f'_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	33.27	45.31	12.04	36%
01.02.03.13.03.01.02	SOBRECIMIENTO ARMADO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	511.78	693.89	182.11	36%
01.02.03.13.03.01.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	2,173.02	2,989.35	816.33	38%
01.02.03.13.03.02	COLUMNAS					
01.02.03.13.03.02.01	COLUMNAS: CONCRETO $f'_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	25.87	47.16	21.29	82%
01.02.03.13.03.02.02	COLUMNAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	398.66	541.88	143.21	36%
01.02.03.13.03.02.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	3,495.58	5,459.77	1,964.19	56%
01.02.03.13.03.03	VIGAS					
01.02.03.13.03.03.01	VIGAS : CONCRETO $f'_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	9.65	17.17	7.52	78%
01.02.03.13.03.03.02	VIGAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	77.17	178.23	101.06	131%
01.02.03.13.03.03.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	1536.78	1,952.99	416.21	27%
01.02.04	ESTRUCTURAS METALICAS					
01.02.04.01	TIJERAL EN ARCO TIPO T-1	und	14.00	14.00	0.00	0%
01.02.04.02	VIGA METALICA TIPO VM-1	m	1,838.60	1,775.16	-63.44	-3%
01.02.04.03	ARRIOSTRE PARA VIGUETA AL-1	m	513.51	226.80	-286.71	-56%
01.02.04.04	ARRIOSTRE DIAGONAL PARA CUBIERTA	m	424.12	431.47	7.35	2%

Elaboración Propia

**B. Metrados BIM de Arquitectura.** En la siguiente tabla se muestra la cuantificación de recursos obtenidos por el modelo 3D de Arquitectura y la comparación con los metrados de metodología tradicional.

**Tabla 7**

*Comparación de Metrados en Arquitectura.*

Item	Descripción	Und.	Metrados ET	Metrado BIM	Δ	Δ%
2	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA					
2.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA					
02.01.01	TABIQUE DE ALBAÑILERÍA					
02.01.01.01	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS TIPO IV CABEZA	m2	984.63	1,043.00	58.37	6%
02.01.01.02	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS TIPO IV SOGA	m2	3,137.77	2,756.66	-381.11	-12%
02.01.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS					
02.01.02.01	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO CON MORTERO C:A / 1:5	m2	4,703.25	5,806.78	1,103.53	23%
02.01.02.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2	1,672.37	2,958.37	1,286.00	77%
02.01.02.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	m2	2,656.61	2,235.99	-420.62	-16%
02.01.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	398.66	358.86	-39.80	-10%
02.01.02.05	TARRAJEO DE VIGAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	77.17	140.38	63.21	82%
02.01.02.06	TARRAJEO DE CONTRAZOCALO EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	277.21	332.98	55.77	20%
02.01.02.07	TARRAJEO EN CISTERNA Y TANQUE ELEVADO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	335.79	174.14	-161.65	-48%
02.01.02.08	VESTIDURA DE DERRAMES	m	2,042.03	769.70	-1,272.33	-62%
02.01.02.09	SOLAQUEADO EN COLUMNAS,VIGAS	m2	287.25	666.33	379.08	132%
02.01.02.10	BRUÑAS	m	4,459.52	8,008.78	3,549.26	80%
02.01.03	CIELORRASOS					
02.01.03.01	CIELORRASOS C/ MEZCLA C:A / 1:4	m2	4,037.63	5,159.69	1,122.06	28%
02.01.04	PISOS, VEREDAS Y RAMPAS					
02.01.04.01	CONTRAPISO DE 40 mm	m2	2,503.68	2,651.33	147.65	6%

02.01.04.02	VEREDA , RAMPAS DE CONCRETO " f'c=175 Kg/cm2,e=0.10m , TERMINADO SEMI PULIDO, INC. BRUÑADO	m2	2,255.58	2,651.73	396.15	18%
02.01.04.03	PATIO DE CONCRETO f'c=175 Kg/cm2 (e=0.15M), TERMINADO SEMI PULIDO,INC. BRUÑADO	m2	1,097.98	2,753.87	1,655.89	151%
02.01.04.04	LOSA DEPORTIVA f'c=210 kg/cm2, TERMINADO SEMIPULIDO	m2	1,216.00	1,165.06	-50.94	-4%
02.01.04.05	PISO DE PORCELANATO ANTIDESLIZANTE 60x60cm.EN MÓDULOS	m2	1,841.79	2,410.15	568.36	31%
02.01.04.06	PISO CERÁMICO ANTIDESLIZANTE 45X45CM EN SS.HH	m2	672.30	597.59	-74.71	-11%
02.01.05	REVESTIMIENTOS Y TABIQUERIA					
02.01.05.01	REVESTIMIENTO C/CEMENTO PULIDO DE PASOS Y CONTRAPASOS EN ESCALERA	m2	160.80	166.90	6.10	4%
02.01.06	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS					
02.01.06.01	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO H=0.10m (INTERIOR EN MUROS)	m	838.13	1,262.79	424.66	51%
02.01.06.02	PERFIL LISTELO DECORATIVO DE ALUMINIO	m	838.13	588.78	-249.35	-30%
02.01.06.03	ZOCALO DE CERAMICA EN SS.HH (45X45)	m2	920.98	0.00	-920.98	-100%
02.01.07	CUBIERTAS					
02.01.07.01	COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO EN MÓDULOS	m2	2,218.50	2,353.22	134.72	6%
02.01.07.02	COBERTURA DE PLACA DE FIBRA VEGETAL MONOCAPA ONDULINE CLASSIC PRO ROJO 2X0.95X3mm	m2	1,374.42	1,378.54	4.12	0%
02.01.08	CARPINTERIA DE MADERA					
02.01.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA TORNILLO INCL MARCO, BASTIDORES , ACABADO TERMINADO Y PINTADO	m2	212.48	144.27	-68.21	-32%
02.01.08.02	PUERTA DE MELAMINE RH 18", PARA BAÑOS, INC. ACCESORIOS METALICOS	m2	79.70	75.24	-4.46	-6%
02.01.08.03	PUERTA CONTRAPLACADA	m2	135.98	200.98	65.00	48%
02.01.08.04	DIVISIÓN DE URINARIO CON MELAMINE RH 18" INC. ACCESORIOS METALICOS	m2	138.11	435.87	297.77	216%
02.01.09	CARPINTERÍA METÁLICA					
02.01.09.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BARANDA DE ACERO INOXIDABLE DE 2", 1 1/2", 1" EN ESCALERA	m	160.37	254.97	94.60	59%
02.01.09.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMANOS DE ACERO INOXIDABLE DE 2"	m	14.42	62.00	47.58	330%

02.01.09.03	CANTONERA DE ALUMINIO DE 35mmX25mmX6m EN ESCALERAS	m	240.00	480.00	240.00	100%
02.01.09.04	PUERTA PEATONAL Y PORTON METALICA DE FIERRO	glb	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.09.05	PUERTA METALICA CON MALLA GALVANIZADA N°12 -TIPO COCADA	m2	4.20	8.19	3.99	95%
02.01.10	CERRAJERÍA					
02.01.10.01	CERRADURA TIPO PESADA DE SOBREPONER TRES GOLPES	pza	90.00	63.00	-27.00	-30%
02.01.10.02	CERRADURA TIPO PALANCA	pza	60.00	84.00	24.00	40%
02.01.10.03	BISAGRA ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 4" X 4"	pza	564.00	588.00	24.00	4%
02.01.10.04	CERROJO DE FIERRO REDONDO LISO DE 5/8"	pza	66.00	198.00	132.00	200%
02.01.11	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES					
02.01.11.01	VENT. SISTEMA DIRECTO C/VIDRIO TEMPLADO 6 mm, CORREDIZA BAJA	m2	414.44	412.55	-1.89	0%
02.01.11.02	VENT. SISTEMA DIRECTO C/VIDRIO TEMPLADO 6mm, CORREDIZA ALTA	m2	292.34	233.09	-59.25	-20%
02.01.11.03	VENTANA PROYECTANTE CON PERFILES DE ALUMINIO	m2	56.40	56.55	0.15	0%
02.01.12	PINTURA					
02.01.12.01	PINTURA DE MUROS INTERIORES C/LATEX, 2 MANOS	m2	1,672.37	2,958.37	1,286.00	77%
02.01.12.02	PINTURA DE MUROS EXTERIORES C/OLEO MATE 2 MANOS	m2	2,657.00	2,087.24	-569.76	-21%
02.01.12.03	PINTURA EN CIELO RASO 2 MANOS	m2	3,990.21	5,159.69	1,169.48	29%
02.01.12.04	PINTURA DE COLUMNAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	398.66	358.86	-39.80	-10%
02.01.12.05	PINTURA DE VIGAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	77.17	140.38	63.21	82%
02.01.12.06	PINTURA DE SOBRECIMIENTO 2 MANOS EN CERCO PERIMÉTRICO H=0.60m	m	277.21	332.98	55.77	20%
02.01.12.07	PINTURA DE LINEAS EN LOSA DEPORTIVA	m	1,021.33	1,599.02	577.69	57%
02.01.13	VARIOS					
02.01.13.01	MESA DE CONCRETO REVESTIDA DE PORCELANATO	m2	243.21	101.31	-141.90	-58%
02.01.13.02	SELLADOR ELÁSTICO DE JUNTA A BASE DE POLIURETANO DE 1" EN LOSA DEPORTIVA, VEREDAS Y PATIO	m	1,975.38	4,542.20	2,566.82	130%
02.01.13.03	JUNTA SÍSMICA DE 1" EN COLUMNAS	m	2,617.43	8,008.78	5,391.36	206%

02.01.13.04	TAPA JUNTA METÁLICA VERTICAL EN SEPARACION DE MODULOS	m	187.20	187.20	0.00	0%
02.01.13.05	ACCESORIOS Y OTROS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.13.06	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.13.07	ESCALERA DE GATO EN T.E. INC. INSTALACIÓN Y PINTADO	und	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.13.08	ARCO METALICO PARA FULBITO Y TABLERO DE BASKET INC. FABRICACION, PINTADO E INSTALACION	und	4.00	4.00	0.00	0%
02.01.13.09	SUMINISTRO DE TUBO NEGRO DE 2 1/2" PARA VOLEY INC. MALLA DOBLE DE LONA FINA	Und.	2.00	2.00	0.00	0%
02.01.13.10	BARRA DE ALUMINIO D= 2" EN SS.HH. DISCAPACITADOS	und	10.00	10.00	0.00	0%
02.01.13.11	TAPA METALICA PARA CISTERNA PROYECTADA DE 0.60mX0.60m	und	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.13.12	TAPA METALICA PARA CASETA DE BOMBA PROYECTADO DE 1.20X1.20m	und	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.13.13	TAPA METALICA PARA CISTERNA EXISTENTE DE 0.85m x 0.85m	und	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.13.14	TAPA METALICA PARA TANQUE ELEVADO EXISTENTE Y PROYECTADO DE 0.85m x 0.85m	und	1.00	1.00	0.00	0%
02.01.13.15	PUERTA METALICA PARA CASETA DE BOMBA DE SITUACION ACTUAL DE 0.70m x 1.65m	m2	1.17	1.17	0.00	0%

*Elaboración Propia*

**C. Metrados BIM de Instalaciones Sanitarias.** Como evidencia en la tabla 8 se muestran los metrados obtenidos por el modelo 3D realizando su comparación con la metodología tradicional. Se obtuvieron diferencias significativas en las partidas de redes de alimentación de agua, así como tubería de salida, accesorios sanitarios, entre otras.

**Tabla 8**

*Comparación de Metrados en Instalaciones Sanitarias.*

Item	Descripción	Und	Metrado ET	Metrado BIM	Δ	Δ%
3	INSTALACIONES SANITARIAS					
3.01	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS					
03.01.01.	APARATOS SANITARIOS					

03.01.01.01	INODORO TANQUE BAJO DE LOSA 1RA CALIDAD ADULTO (NAC. BLANCO)	Pza.	97.00	95.00	-2.00	-2%
03.01.01.02	LAVATORIO DE LOSA BLANCA TIPO OVALIN C/GRIFERIA	Pza.	66.00	70.00	4.00	6%
03.01.01.03	LAVATORIO DE LOSA BLANCA TIPO MANANTIAL CON PEDESTAL C/GRIFERIA	Pza.	29.00	25.00	-4.00	-14%
03.01.01.04	URINARIO DE PARED DE LOSA BLANCA MODELO CADET O SIMILAR	Pza.	33.00	33.00	0.00	0%
03.01.01.05	LAVADERO ACERO INOXIDABLE 01 POZA S/ESCURRIDERO (INC. GRIFERÍA)	Pza.	16.00	14.00	-2.00	-13%
03.01.01.06	LAVADERO ACERO INOXIDABLE 01 POZA C/ESCURRIDERO (INC. GRIFERÍA)	Pza.	2.00	2.00	0.00	0%
<b>3.02</b>	<b>SISTEMA DE AGUA FRÍA Y CONTRAINCENDIO</b>					
<b>03.02.01.</b>	<b>SISTEMA DE AGUA FRÍA</b>					
<b>03.02.01.01.</b>	<b>SALIDA DE AGUA FRÍA</b>					
03.02.01.01.01.	SALIDA DE AGUA FRÍA - Ø = 1/2" PVC SAP	pto	258.00	256.00	-2.00	-1%
<b>03.02.01.02.</b>	<b>REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>					
03.02.01.02.01	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC CLASE 10 C/R DE 1/2"	m	908.35	936.03	27.68	3%
<b>03.02.01.03.</b>	<b>REDES DE ALIMENTACIÓN DE AGUA</b>					
03.02.01.03.01	EXCAVACIÓN Y PICADO DE ZANJA PARA TUBERÍA	m3	92.04	108.83	16.79	18%
03.02.01.03.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERÍA	m2	262.97	311.00	48.03	18%
03.02.01.03.03	CAMA DE ARENA EN ZANJA P/TUB.	m3	26.30	31.09	4.79	18%
03.02.01.03.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON EQUIPO Y MAT. PROPIO	m3	65.74	77.73	11.99	18%
03.02.01.03.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	26.30	31.09	4.79	18%
<b>03.02.01.03.06</b>	<b>RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 2"</b>	<b>m</b>	<b>92.30</b>	<b>161.88</b>	<b>69.58</b>	<b>75%</b>
03.02.01.03.07	RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 1 1/2"	m	171.92	193.01	21.09	12%
03.02.01.03.08	RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 1"	m	178.07	199.92	21.85	12%
03.02.01.03.09	RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 3/4"	m	309.05	311.07	2.02	1%
<b>03.02.01.04.</b>	<b>ACCESORIOS DE REDES</b>					
03.02.01.04.01	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA	Und.	1.00	1.00	0.00	0%
<b>03.02.01.05.</b>	<b>VÁLVULAS Y LLAVES</b>					
03.02.01.05.01	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE PESADA Ø=1/2"	Und.	97.00	95.00	-2.00	-2%

03.02.01.06.	PIEZAS VARIAS					
03.02.01.06.01	CAJA NICHOS PARA VÁLVULAS INC. TAPA	Und.	81.00	79.00	-2.00	-2%
03.02.01.06.02	CAJA NICHOS PARA GRIFOS DE RIEGO	Und.	16.00	16.00	0.00	0%
03.02.01.06.03	GRIFOS DE RIEGO DE BRONCE Ø1/2"	Und.	16.00	16.00	0.00	0%
03.02.01.07.	EMPALMES Y PRUEBAS HIDRÁULICAS					
03.02.01.07.01	EMPALME A RED EXISTENTE DE AGUA	Und.	1.00	1.00	0.00	0%
03.02.01.07.02	PRUEBA HIDRÁULICA Y DESINFECCIÓN A ZANJA ABIERTA	m	1,350.64	1,496.20	145.56	11%
03.02.02.	SISTEMA CONTRAINCENDIOS					
03.02.02.01.	SALIDAS DE AGUA CONTRAINCENDIOS					
03.02.02.01.01.	SALIDAS DE AGUA CONTRAINCENDIO	pto	22.00	22.00	0.00	0%
03.02.02.02.	REDES DE ALIMENTACIÓN DE AGUA CONTRAINCENDIOS					
03.02.02.02.01.	RED DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR CON TUBERÍA SCH-40	m	498.86	416.49	-82.37	-17%
03.02.02.03.	ACCESORIOS DE REDES					
03.02.02.03.01	CODO SCH-40 Ø 4" X 90°	und	29.00	28.00	-1.00	-3%
03.02.02.03.02	TEE SCH-40 Ø 4"	und	27.00	25.00	-2.00	-7%
03.02.02.03.03	REDUCCIÓN SCH-40 Ø 4" X 2 1/2"	und	22.00	2.00	-20.00	-91%
03.02.02.03.04	REDUCCIÓN SCH-40 Ø 4" X 1 1/2"	und	22.00	22.00	0.00	0%
03.02.02.04.	EQUIPAMIENTO CUARTO DE BOMBAS CONTRAINCENDIO					
03.02.02.04.01	ELECTROBOMBA CONTRAINCENDIO 20 HP	und	1.00	1.00	0.00	0%
03.02.02.04.02	ELECTROBOMBA JOCKEY 2 HP	und	1.00	1.00	0.00	0%
03.02.02.04.03	GABINETES CONTRA INCENDIO	und	22.00	22.00	0.00	0%
03.02.02.04.04	ACCESORIOS DE RED DE LÍNEA DE IMPULSIÓN DE RED CONTRAINCENDIO	und	1.00	1.00	0.00	0%
03.02.02.05.	ADITAMENTOS VARIOS					
03.02.02.05.01	VALVULA SIAMESA MODELO POSTE DE 4"x2 1/2"x2 1/2"	und	2.00	2.00	0.00	0%
03.02.02.05.02	ABRAZADERAS DE ACERO EN "U"	und	39.00	19.00	-20.00	-51%
03.02.02.06.	PRUEBA HIDRÁULICA					
03.02.02.06.01	PRUEBA HIDRÁULICA EN TUBERÍA SCH-40 Ø 4"	m	498.86	475.66	-23.20	-5%
3.03	SISTEMA DE DESAGÜE					

03.03.01.	SALIDA DE DESAGUE Y VENTILACION					
03.03.01.01	SALIDA DE DESAGÜE EN PVC SAP Ø DE 2"	pto	149.00	275.64	126.64	85%
03.03.01.02	SALIDA DE DESAGÜE EN PVC SAP Ø DE 3" SUMIDERO Y ROSCADO	pto	83.00	73.00	-10.00	-12%
03.03.01.03	SALIDA DE DESAGÜE EN PVC SAP Ø DE 4"	pto	95.00	136.00	41.00	43%
03.03.01.04	SALIDA DE VENTILACIÓN EN PVC SAP Ø DE 2"	pto	65.00	175.00	110.00	169%
03.03.02.	REDES DE DISTRIBUCIÓN					
03.03.02.01	RED DE DISTRIBUCION DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 2"	m	396.45	284.84	-111.61	-28%
03.03.02.02	RED DE DISTRIBUCION DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 3"	m	132.56	84.34	-48.22	-36%
03.03.02.03	RED DE DISTRIBUCION DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 4"	m	517.16	674.64	157.48	30%
03.03.02.04	MONTANTE CON TUBERÍA PVC - SAP Ø DE 4"	m	68.85	15.29	-53.56	-78%
03.03.02.05	RED DE VENTILACIÓN DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 2"	m	399.48	472.00	72.52	18%
03.03.03.	ACCESORIOS DE REDES DE DESAGÜE					
03.03.03.01	ACCESORIOS DE REDES DE DESAGÜE	Und.	1.00	6.00	5.00	500%
03.03.03.02	ABRAZADERA DE FIJACION DE TUBERIA Ø DE 4"	Und.	83.00	52.00	-31.00	-37%
03.03.03.03	COLGADOR Ø DE 4"	Und.	358.00	231.00	-127.00	-35%
03.03.04.	REDES COLECTORAS DESAGÜE					
03.03.04.01	EXCAVACIÓN Y PICADO DE ZANJA PARA TUBERÍA	m3	65.54	70.62	5.08	8%
03.03.04.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERÍA	m2	145.65	175.41	29.76	20%
03.03.04.03	CAMA DE ARENA EN ZANJA P/TUB.	m3	14.56	17.54	2.98	20%
03.03.04.04	RELLENO Y COMPACTADO CON EQUIPO Y MAT. PROPIO	m3	50.98	60.21	9.23	18%
03.03.04.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	14.56	17.54	2.98	20%
03.03.04.06	RED COLECTORA CON TUBERÍA DE PVC SAP Ø DE 6"	m	323.66	356.53	32.87	10%
03.03.05.	ADITAMENTOS VARIOS					
03.03.05.01	SUMIDERO DE BRONCE DE 3" PROVISION Y COLOCACION	Und.	86.00	71.00	-15.00	-17%
03.03.05.02	SUMIDERO DE BRONCE DE 2" PROVISION Y COLOCACION	Und.	2.00	2.00	0.00	0%
03.03.05.03	REGISTRO ROSCADO DE BRONCE DE 4" PROVISION Y COLOCACION	Und.	46.00	18.00	-28.00	-61%
03.03.05.04	SOMBRERO DE VENTILACION DE 2" PVC	Und.	35.00	1.00	-34.00	-97%
03.03.05.05	CAJA ATRAPA GRASA	Und.	2.00	2.00	0.00	0%

03.03.06.	CAMARAS DE INSPECCION					
03.03.06.01	CAJA DE REG. PREFAB. 12" x 24" (0.30x0.60) C/TAPA CONCRETO REFORZADO	Und.	17.00	18.00	1.00	6%
03.03.06.02	CAJA DE REG. PREFAB. 18" x 24" (0.45x0.60) C/TAPA CONCRETO REFORZADO	Und.	11.00	10.00	-1.00	-9%
03.03.06.03	CAJA DE REG. PREFAB. 24" x 24" (0.60x0.60) C/TAPA CONCRETO REFORZADO	Und.	5.00	5.00	0.00	0%
03.03.07.	EMPALMES Y PRUEBAS HIDRÁULICAS					
03.03.07.01	EMPALME A CAJA DE REGISTRO EXISTENTE	Und.	1.00	1.00	0.00	0%
03.03.07.02	PRUEBA HIDRÁULICA DE ESCORRENTÍA DE TUB. DESAGÜE	m	1,438.68	1,532.43	93.75	7%
3.04	SISTEMA DE EVACUACIÓN PLUVIAL					
03.04.01.	REDES COLECTORAS EXTERIORES					
03.04.01.01	EXCAVACION Y PICADO DE ZANJA PARA CANALETA DE CONCRETO	m3	64.89	66.81	1.92	3%
03.04.01.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA CANALETA DE CONCRETO	m2	109.07	112.29	3.22	3%
03.04.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	64.89	66.81	1.92	3%
03.04.01.04	CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA CANALETA	m3	36.11	38.65	2.54	7%
03.04.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	538.03	345.00	-193.03	-36%
03.04.01.06	ACERO CORUGADO Fy 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,203.86	2,320.32	116.46	5%
03.04.01.07	REJILLA METALICA 30CM - PARA CANAL DE EVACUACION PLUVIAL	m	242.38	235.00	-7.38	-3%
03.04.01.08	JUNTA FLEXIBLE ASFALTICA e=1"	m	83.00	78.00	-5.00	-6%
03.04.01.09	TUBERIA PERFORADA PVC SAP Ø DE 4"	m	79.39	60.00	-19.39	-24%
03.04.01.10	TUBERIA PERFORADA PVC SAP Ø DE 6"	m	14.50	12.00	-2.50	-17%
	RED COLECTORA DE TUBERIA PVC 4"					
	RED COLECTORA DE TUBERIA PVC 6"					
03.04.02.	REDES COLECTORAS EN TECHOS					
03.04.02.01	CANALETA 1/2 CAÑA DE CONCRETO EN PISO	m	232.81	240.00	7.19	3%
03.04.02.02	GARGOLAS DE C°A°	und	126.00	110.00	-16.00	-13%
03.04.02.03	CANALETA DE MEDIA CAÑA PVC SAL DE 4"	m	136.00	138.00	2.00	1%

03.04.02.04	GANCHO METALICO DE SUJECIÓN PARA LA RED PLUVIAL	und	140.00	130.00	-10.00	-7%
03.04.02.05	MONTANTE TUBERIA DE PVC SAL DE 4" INCLUYE ACCESORIOS	m	53.20	101.83	48.63	91%
03.04.02.06	ABRAZADERA PARA TUBO Ø 4" PARA MONTANTE DE RED PLUVIAL	und	160.00	48.00	-112.00	-70%
3.05	<b>SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CISTERNA Y TANQUE ELEVADO</b>					
03.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE INGRESO Ø = 2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE INGRESO Ø = 2 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.03	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE SUCCION Ø = 3" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.04	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE IMPULSION Ø = 2 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.05	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE ALIMENTACION Ø = 2 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.06	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Y LIMPIA Ø = 4", PARA TANQUE ELEVADO	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.07	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Ø = 2", PARA CISTERNA	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO; 02 ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS (Q=6.37 LPS, HDT=18.4, Pot. Estimada= 1.5HP)	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.05.09	ESCALERA DE ACCESO A CASETA DE BOMBAS	und	1.00	1.00	0.00	0%
3.06	<b>MEJORAMIENTO DE CISTERNA Y TANQUE ELEVADO EXISTENTE</b>					
03.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE INGRESO Ø = 1 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.06.02	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE SUCCION Ø = 2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.06.03	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE IMPULSION Ø = 1 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.06.04	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE ALIMENTACION Ø = 1 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1.00	0.00	0%

03.06.05	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Y LIMPIA Ø = 2 1/2", PARA TANQUE ELEVADO	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.06.06	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Ø = 4", PARA CISTERNA	glb	1.00	1.00	0.00	0%
03.06.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO; 02 ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS (Pot. Estimada= 1.HP)	glb	1.00	1.00	0.00	0%

*Elaboración Propia*

**D. Metrados BIM de Instalaciones Eléctricas.** En la siguiente tabla se obtuvo la cuantificación de recursos obtenidos por el modelo 3D de instalaciones eléctricas y se logró comparar con la cuantificación de la especialidad mostrada en el expediente técnico. Se obtuvieron diferencias significativas en las partidas de cajas de pase, salidas de alumbrado, accesorios eléctricos, Conductos y tuberías, entre otras.

**Tabla 9**

*Comparación de Metrados en Instalaciones Eléctricas.*

Item	Descripción	Und.	Metrado E.T.	Metrado BIM	Δ	Δ%
<b>4</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS</b>					
<b>4.01</b>	<b>SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, FUERZA Y SEÑALES DEBILES</b>					
04.01.01	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ P/EQ. ADOSADO	pto	563.00	581.00	18.00	3%
04.01.02	SALIDA PARA LUMINARIA DE EMERGENCIA	pto	86.00	74.00	-12.00	-14%
04.01.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA	pto	249.00	245.00	-4.00	-2%
04.01.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR	pto	218.00	225.00	7.00	3%
04.01.05	SALIDA PARA TOMA DATOS - INTERNET	pto	68.00	67.00	-1.00	-1%
04.01.06	SALIDA/ENTRADA PARA PROYECTOR	pto	58.00	46.00	-12.00	-21%
04.01.07	SALIDA PARA TOMACORRIENTE ESTABILIZADO	pto	62.00	62.00	0.00	0%
04.01.08	SALIDA PARA TELEFONO	pto	6.00	6.00	0.00	0%

04.01.09	SALIDA PARA BRAQUETTE	pto	15.00	15.00	0.00	0%
04.01.10	SALIDA DE REFLECTOR TANGO G3-VP	pto	-	13.00	13.00	-
04.01.11	SALIDA DE REFLECTOR TANGO LED 30W - LUZ FRIA	pto	-	17.00	17.00	-
<b>4.02</b>	<b>CANALIZACION, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>					
04.02.01	CABLEADO P/SALIDA DE CENTRO DE LUZ P/EQ. ADOSADO	pto	563.00	581.00	18.00	3%
04.02.02	CABLEADO P/SALIDA DE EQ. ILUMINACION DE EMERGENCIA	pto	86.00	76.00	-10.00	-12%
04.02.03	CABLEADO P/SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA	pto	249.00	243.00	-6.00	-2%
04.02.04	CABLEADO P/SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA ESTABILIZADO	pto	62.00	62.00	0.00	0%
04.02.05	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE	pto	126.00	143.00	17.00	13%
04.02.06	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR DOBLE	pto	23.00	30.00	7.00	30%
04.02.07	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR TRIPLE	pto	11.00	11.00	0.00	0%
04.02.08	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR CONMUTACION SIMPLE	pto	56.00	68.00	12.00	21%
04.02.09	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR CONMUTACION DOBLE	pto	2.00	3.00	1.00	50%
04.02.10	CABLEADO P/SALIDA DE BRAQUETTE	pto	15.00	15.00	0.00	0%
04.02.11	CABLEADO P/SALIDA DE REFLECTOR TANGO G3 - BVP38x	pto	14.00	13.00	-1.00	-7%
04.02.12	CABLEADO P/SALIDA DE REFLECTOR LED 30W - LUZ FRIA	pto	20.00	17.00	-3.00	-15%
04.02.13	CABLEADO P/SALIDA DE VOZ Y DATA	pto	68.00	73.00	5.00	7%
04.02.14	CABLEADO P/SALIDA DE PROYECTOR	pto	58.00	46.00	-12.00	-21%
04.02.15	CABLEADO P/SALIDA DE TELEFONO	pto	6.00	6.00	0.00	0%
<b>4.03</b>	<b>ARTEFACTOS DE ALUMBRADO</b>					
04.03.01	SUM. INST. EQUIPO HERMETICO TCW060 - 1x36 W	und	299.00	292.00	-7.00	-2%
04.03.02	SUM. INST. EQUIPO KIT-S OFFSIMPLE TIPO REJILLA ADOSABLE 236/865 EBC - 3x36 W	und	264.00	290.00	26.00	10%
04.03.03	SUM. E INSTAL. LUMINARIA DE EMERGENCIA ADOSADA A LA PARED	und	86.00	76.00	-10.00	-12%
04.03.04	SUM. E INSTAL. EQUIPO BRAQUETTE	und	15.00	15.00	0.00	0%
04.03.05	SUM. E INSTAL. EQUIPO REFLECTOR TANGO G3 - BVP38x	Und	14.00	13.00	-1.00	-7%

04.03.06	SUM. E INSTAL. EQUIPO REFLECTOR LED 30W - LUZ FRIA	Und	17.00	17.00	0.00	0%
<b>4.04</b>	<b>ACCESORIOS ELECTRICAS</b>					
04.04.01	TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA	und	246.00	233.00	-13.00	-5%
04.04.02	TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA A PRUEBA DE AGUA	und	3.00	10.00	7.00	233%
04.04.03	TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA ESTABILIZADO EN PISO, CON CAJA UNIVERSAL	und	62.00	62.00	0.00	0%
04.04.04	INTERRUPTOR SIMPLE UNIPOLAR 10 A	und	126.00	143.00	17.00	13%
04.04.05	INTERRUPTOR DOBLE 10 A	und	23.00	30.00	7.00	30%
04.04.06	INTERRUPTOR TRIPLE 10 A	und	11.00	11.00	0.00	0%
04.04.07	INTERRUPTOR CONMUTACION SIMPLE 10A	und	56.00	68.00	12.00	21%
04.04.08	INTERRUPTOR CONMUTACION DOBLE 10A	und	2.00	3.00	1.00	50%
04.04.09	PLACA TOMA DATOS EN PISO - INTERNET	und	62.00	60.00	-2.00	-3%
04.04.10	PLACA TOMA DATOS EN PARED - INTERNET	und	6.00	7.00	1.00	17%
04.04.11	PLACA DE TELEFONO DIRECTO	und	6.00	6.00	0.00	0%
<b>4.05</b>	<b>CAJAS DE PASE</b>					
04.05.01	CAJA DE F°G° 100x100mm C/TAPA	und	9.00	53.00	44.00	489%
04.05.02	CAJA DE F°G° 150x150mm C/TAPA	und	13.00	81.00	68.00	523%
04.05.03	CAJA DE F°G° 300x300mm C/TAPA*	und	12.00			
04.05.04	CAJA DE PASO OCTOGONAL*	und	19.00	0.00		
<b>4.06</b>	<b>TABLEROS GENERAL Y DE DISTRIBUCION</b>					
04.06.01	TABLERO GENERAL - TG	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.02	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-1	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.03	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.04	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.05	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-4	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.06	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-5	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.07	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-6	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.08	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-7	und	1.00	1.00	0.00	0%

04.06.09	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-8	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.10	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-9	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.11						
04.06.12	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-1.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.13	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-1.3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.14	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-2.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.15	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-2.3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.16	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-3.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.17	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-3.3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.18	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-4.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.19	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-4.3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.20	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-5.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.21	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-5.3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.22	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-6.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.23	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-6.3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.24	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-7.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.25	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-9.2	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.26	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-9.3	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.27	TABLERO AUXILIAR T-AUX	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.28	TABLERO DE BOMBAS TD-B	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.29	TABLERO DE BOMBAS TD-BCI	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.06.30	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-E	und	2.00	2.00	0.00	0%
<b>04.06.31</b>	<b>EXCAVACION PARA INSTALACIÓN DE CONDUCTOR</b>					
04.06.32	EXCAVACION PARA CABLE SUBTERRANEO H=1.00m.	m3	236.95	421.13	184.18	78%
4.07	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	165.86	294.79	128.93	78%
04.07.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	71.08	126.34	55.26	78%
04.07.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	85.30	151.61	66.31	78%
<b>04.07.03</b>	<b>INSTALACIÓN DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA</b>					

04.07.04	EXCAVACIÓN MANUAL P/POZO DE PUESTA TIERRA	m3	30.00	30.00	0.00	0%
4.08	SUMINISTRO E INSTAL. DE PUESTA A TIERRA	und	15.00	11.00	-4.00	-27%
<b>04.08.01</b>	<b>PRUEBAS ELECTRICAS (TODO EL SISTEMA ELECTRICO)</b>					
04.08.02	PRUEBAS ELECTRICAS (TODO EL SISTEMA ELECTRICO)	und	1.00	1.00	0.00	0%
<b>4.09</b>	<b>SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIO</b>					
04.09.01	SALIDA PARA SENSORES DE HUMO Y TEMPERATURA	und	133.00	123.00	-10.00	-8%
4.1	SALIDA PARA DISPOSITIVO DE ACCIONAMIENTO MANUAL	und	21.00	19.00	-2.00	-10%
04.10.01	SALIDA PARA LUZ (SIRENA CONTRA INCENDIO)	und	21.00	19.00	-2.00	-10%
04.10.02	DETECTOR DE HUMO DIRECCIONAL EN 54 INCLUYE BASE	und	133.00	108.00	-25.00	-19%
04.10.03	DETECTOR DE TEMPERATURA*	und		15.00	15.00	#¡DIV/0!
04.10.04	DISPOSITIVO DE ACCIONAMIENTO MANUAL	und	21.00	19.00	-2.00	-10%
04.10.05	LUZ Y PARLANTE ( SIRENA CONTRA INCENDIO)	und	21.00	19.00	-2.00	-10%
04.10.06	PANEL DE ALARMA CONTRA INCENDIO HASTA 250 ZONAS DE DETECCIÓN	und	1.00	1.00	0.00	0%
<b>04.10.07</b>	<b>ALIMENTADORES SECUNDARIOS CANALIZACIÓN, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>					
04.10.08	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 35mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 25mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 70mm PVC	m	11.72	1.07	-10.65	-91%
4.11	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 25mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 16mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 60mm PVC - P	m	635.54	468.60	-166.94	-26%
04.11.01	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 16mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 10mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 60mm PVC - P	m	72.68	377.47	304.79	419%
04.11.02	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 10mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 10mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 60mm PVC - P	m	18.00	412.26	394.26	2190%
04.11.03	SUM. E INSTAL. Cable N2XOH 2-1x10mm <sup>2</sup> +1x10mm <sup>2</sup> (LT) N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 40mm PVC - P	m	149.86	365.13	215.27	144%
04.11.04	SUM. E INSTAL. CABLE 2 x 6mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 6mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 35mm PVC - P	m	60.00	60.00	0.00	0%
04.11.05	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE CABLE SUBTERRANEO	m	236.95	421.13	184.18	78%
04.11.06	NH-80 2x2,5mm <sup>2</sup> + 1x2,5mm <sup>2</sup> (L.T), PVC SAP Ø 20mm*	m	-	3,329.88		
04.11.07	NH-80 2x4 + 1x4 mm <sup>2</sup> (L.T), PVC SAP Ø 20mm*	m	-	1,474.76		

04.11.08	TUBERIA PVC SAP Ø 20mm , COMUNICACIONES*	m	-	1,459.36		
<b>04.11.09</b>	<b>BUZONES</b>					
04.11.10	EXCAVACION PARA BUZÓN DE CONCRETO (CAJA DE PASO)	m3	19.97	19.97	0.00	0%
4.12	BUZÓN DE CONCRETO (CAJA DE PASO) 0.80x0.80m.	und	11.00	11.00	0.00	0%
<b>04.12.01</b>	<b>OTROS</b>					
04.12.02	EMPALME A CABLE SUBTERRÁNEO	m	25.00	25.00	0.00	0%
4.13	SUM. E INSTAL. GABINETE PRINCIPAL DE CENTRAL DE DATA/VOZ	glb	2.00	1.00	-1.00	-50%
04.13.01	SUM. E INSTAL. GABINETE PRINCIPAL DE CENTRAL DE TELÉFONO	glb	2.00	1.00	-1.00	-50%
04.13.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRICA	glb	1.00	1.00	0.00	0%
04.13.03	SUM.E INSTAL. GRUPO ELECTROGENO 30 KW (INCLUYE ACCESORIOS Y TABLERO TRANSFERENCIA)	und	1.00	1.00	0.00	0%
04.13.04	RACK DE DATOS*	und	-	2.00		

*Elaboración Propia*

*Nota:* Las partidas sombreadas de celeste indican, que los planos detallan elementos que no están contemplados en la planilla de metrados, pero que al ejecutarse mediante modalidad de Suma Alzada, el contratista se vio obligado a ejecutar lo especificado en planos, demandando tiempo y gasto no considerado dentro del presupuesto.

**4.1.5 Oe 5. Comparación de presupuestos según especialidades.**

En quinto lugar, a partir de metrados presentados y usando los APU del ET, se obtuvieron los siguientes presupuestos bajo la influencia de la metodología BIM. Se evidencian en siguientes tablas comparativas, los presupuestos del expediente técnico y los presupuestos optimizados obtenidos por la metodología BIM, haciendo usos de gráficos de barras para su mayor compresión y visualización de variación en costos.

## A. Estructuras

**Tabla 10**

*Comparación de Presupuestos en Estructuras.*

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrados BIM	Costo Unitario	Presupuesto BIM	Presupuesto ET	Δ	Δ%
<b>1</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES Y ESTRUCTURAS</b>							
1.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01.01	OFICINA Y ALMACEN DE OBRAS	mes	13.00	450.00	5,850.00	4,950.00	900.00	18%
01.01.01.02	CASETA DE GUARDIANIA	m2	2.25	98.35	221.29	221.19	0.10	0%
01.01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 6.00X4.00M	Und.	1.00	1,518.25	1,518.25	1,518.25	0.00	0%
01.01.01.04	SERVICIOS HIGIENICOS PORTATIL PARA LA OBRA	mes	13.00	472.88	6,147.44	5,201.68	945.76	18%
01.01.01.05	CERCO PROVISIONAL DE TRIPLAY	m	388.00	29.26	11,352.88	11,352.88	0.00	0%
01.01.02	OBRAS PRELIMINARES							
01.01.02.01	REMOCION DE TIERRA EN AREAS VERDES	m2	180.30	4.56	822.17	739.63	82.54	11%
01.01.02.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1,642.57	1.69	2,775.94	2,775.94	0.00	0%
01.01.02.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	4,438.35	4,438.35	4,438.35	0.00	0%
01.01.02.04	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	28,644.07	28,644.07	28,644.07	0.00	0%
01.01.02.05	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	3,526.00	1.65	5,817.90	5,353.92	463.98	9%
01.01.03	DESMONTAJES							
01.01.03.01	DESMONTAJE DE PUERTAS	m2	112.20	7.21	808.96	808.96	0.00	0%
01.01.03.02	DESMONTAJE DE VENTANAS	m2	106.80	7.21	770.03	770.03	0.00	0%
01.01.03.03	DESMONTAJE DE APARATOS SANITARIOS	Und	35.00	10.15	355.25	355.25	0.00	0%
01.01.03.04	DESMONTAJE DE TECHOS	m2	2,946.53	8.11	23,896.36	23,896.36	0.00	0%
01.01.03.05	DESMONTAJE DE VIGUETAS METALICAS	Und	81.00	13.52	1,095.12	1,095.12	0.00	0%
01.01.03.06	DESMONTAJE DE CERCO METALICO EN JARDINES	m	184.22	7.51	1,383.49	1,383.49	0.00	0%
01.01.03.07	DESMONTAJE DE ARTEFACTOS DE ILUMINACION	Und	75.00	10.82	811.50	811.50	0.00	0%
01.01.04	DEMOLICIONES							
01.01.04.01	DEMOLICION MASIVA CON MAQUINARIA	m3	5,416.89	4.93	26,705.27	26,705.20	0.07	0%
01.01.04.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA Dmin 15 km	m3	5,498.14	16.20	89,069.87	89,069.87	0.00	0%
01.01.05	SEGURIDAD Y SALUD							
01.01.05.01	PLAN DE SEGURIDAD	glb	1.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	0.00	0%

01.01.05.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	Und	60.00	73.38	4,402.80	4,402.80	0.00	0%
01.01.05.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	580.00	580.00	580.00	0.00	0%
01.01.05.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	755.00	755.00	755.00	0.00	0%
01.01.05.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	0.00	0%
01.01.05.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	glb	1.00	990.00	990.00	990.00	0.00	0%
1.02	ESTRUCTURAS							
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01.01	CORTE Y NIVELACION DE TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	1,636.83	11.08	18,136.08	18,136.08	0.00	0%
01.02.01.02	EXCAVACION Y PERFILADO DE TERRENO EN ZANJA, ZAPATAS, VIGAS DE CIMENTACION CON MAQUINARIA	m3	2,192.93	9.67	21,205.65	21,205.63	0.02	0%
01.02.01.03	EXCAVACION Y PERFILADO PARA CISTERNA CON MAQUINARIA	m3	226.45	10.38	2,350.51	2,350.55	-0.04	0%
01.02.01.04	EXCAVACION CON HERRAMIENTAS MANUALES	m3	177.28	38.64	6,850.24	6,850.10	0.14	0%
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO CON MAQUINARIA	m3	590.43	15.07	8,897.76	8,897.78	-0.02	0%
01.02.01.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO- HORMIGON	m3	400.29	48.67	19,482.06	19,482.11	-0.05	0%
01.02.01.07	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA	m3	1,973.09	16.20	31,964.02	31964.02	0.00	0%
01.02.02	CONCRETO SIMPLE							
01.02.02.01	SOLADO C:H 1:12, e=10cm	m2	1,993.08	23.03	45,900.63	29,136.87	16,763.76	58%
01.02.02.02	CIMIENTO CORRIDO - CONCRETO CICLÓPEO 1:10+30%PG	m3	44.49	172.30	7,665.63	8,122.22	-456.59	-6%
01.02.02.03	CONCRETO PARA FALSO PISO, MEZCLA 1:6 C:H	m3	180.98	240.68	43,558.27	37,485.91	6,072.36	16%
01.02.03	CONCRETO ARMADO							
01.02.03.01	ZAPATAS							
01.02.03.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=280 kg/cm2	m3	689.37	422.56	291,300.19	344,555.42	-53,255.23	-15%
01.02.03.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	41,489.92	4.63	192,098.33	201,015.99	-8,917.66	-4%
01.02.03.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN							
01.02.03.02.01	VIGAS DE CIMENTACION : CONCRETO f'c=280 Kg/cm2	m3	103.28	422.56	43,642.00	15,630.49	28,011.51	179%
01.02.03.02.02	VIGAS DE CIMENTACION : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	581.06	59.92	34,817.12	15,371.88	19,445.24	126%
01.02.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	63.01	4.63	291.74	84,748.17	-84,456.43	-100%
01.02.03.03	SOBRECIMENTOS ARMADOS							
01.02.03.03.01	SOBRECIMIENTO ARMADO:CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	81.17	290.91	23,613.16	29,477.91	-5,864.75	-20%
01.02.03.03.02	SOBRECIMIENTO ARMADO : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	978.09	49.25	48,170.93	62,982.38	-14,811.45	-24%
01.02.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	7,945.51	4.63	36,787.71	40,585.14	-3,797.43	-9%

01.02.03.04	PLACAS								
01.02.03.04.01	PLACAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	221.57	410.79	91,018.74	87,679.02	3,339.72	4%	
01.02.03.04.02	PLACAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO TIPO CARAVISTA	m2	1,773.40	62.86	111,475.92	109,011.81	2,464.11	2%	
01.02.03.04.03	CURADO DE CONCRETO CON CURADOR QUÍMICO	m2	1,773.40	15.85	28,108.39	27,487.07	621.32	2%	
01.02.03.04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	19,870.12	4.63	91,998.66	82,081.98	9,916.68	12%	
01.02.03.05	COLUMNAS								
01.02.03.05.01	COLUMNAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	555.62	410.79	228,243.14	187,168.25	41,074.89	22%	
01.02.03.05.02	COLUMNAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO TIPO CARAVISTA	m2	9,871.95	79.55	785,313.62	344,281.26	441,032.36	128%	
01.02.03.05.03	CURADO DE CONCRETO CON CURADOR QUÍMICO	m2	9,804.65	15.85	155,403.70	68,596.58	86,807.12	127%	
01.02.03.05.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	149,616.34	4.63	692,723.65	449,287.00	243,436.65	54%	
01.02.03.06	COLUMNETAS								
01.02.03.06.01	COLUMNETAS: CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	168.32	359.71	60,546.39	55,107.57	5,438.82	10%	
01.02.03.06.02	COLUMNETAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,281.22	48.88	111,506.03	77,228.44	34,277.59	44%	
01.02.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	8,790.11	4.63	40,698.21	89,381.18	-48,682.97	-54%	
01.02.03.07	VIGAS								
01.02.03.07.01	VIGAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	453.06	349.02	158,127.00	166,353.40	-8,226.40	-5%	
01.02.03.07.02	VIGAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO TIPO CARAVISTA	m2	7,788.45	85.86	668,716.32	256,245.74	412,470.58	161%	
01.02.03.07.03	CURADO DE CONCRETO CON CURADOR QUÍMICO	m2	7,788.45	15.85	123,446.93	47,621.01	75,825.92	159%	
01.02.03.07.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	70,595.98	4.63	326,859.39	384,792.22	-57,932.83	-15%	
01.02.03.07	VIGAS DE CONFINAMIENTO								
01.02.03.07.01	VIGAS DE CONFINAMIENTO: CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	68.25	336.32	22,953.84	24,692.61	-1,738.77	-7%	
01.02.03.07.02	VIGAS DE CONFINAMIENTO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,494.39	51.13	76,408.16	48,475.33	27,932.83	58%	
01.02.03.07.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	3,458.25	4.63	16,011.70	33,057.83	-17,046.13	-52%	
01.02.03.07	LOSAS ALIGERADAS								
01.02.03.07.01	LOSA ALIGERADA : CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	364.66	356.48	129,994.00	93,191.00	36,803.00	39%	
01.02.03.07.02	LOSA ALIGERADA : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3,584.23	62.31	223,333.37	193,658.23	29,675.14	15%	
01.02.03.07.03	LOSA ALIGERADA:LADRILLO DE TECHO DE 15X30X30	Und.	32,166.00	2.86	91,994.76	74,043.97	17,950.79	24%	
01.02.03.07.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	25,223.33	4.63	116,784.02	107,190.52	9,593.50	9%	
01.02.03.08	LOSA MACIZA								
01.02.03.08.01	LOSA MACIZA : CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	208.33	361.81	75,375.88	75,925.83	-549.95	-1%	
01.02.03.08.02	LOSA ARMADA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,082.14	65.15	70,501.42	67,942.98	2,558.44	4%	
01.02.03.08.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	17,722.91	4.63	82,057.07	57,828.42	24,228.65	42%	
01.02.03.09	ESCALERAS								
01.02.03.09.01	ESCALERAS : CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	47.03	405.50	19,070.67	29,877.24	-10,806.58	-36%	
01.02.03.09.02	ESCALERAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	372.68	79.81	29,743.59	22,078.64	7,664.95	35%	

01.02.03.09.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	6,928.65	4.63	32,079.65	25,553.80	6,525.85	26%
01.02.03.10	MESAS DE CONCRETO							
01.02.03.10.01	MESA DE CONCRETO f'c=175 Kg/cm2	m3	5.22	289.47	1,511.03	2,081.29	-570.26	-27%
01.02.03.10.02	MESA DE CONCRETO : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	70.61	41.16	2,906.31	6,943.28	-4,036.97	-58%
01.02.03.10.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	2.91	4.63	13.47	2,183.09	-2,169.62	-99%
01.02.03.11	CISTERNA SUBTERRANEA		0.00					
01.02.03.11.01	CISTERNA : CONCRETO f'c=280 Kg/cm2 , CON IMPERMEABILIZANTE	m3	76.81	538.35	41,350.66	64,532.01	-23,181.35	-36%
01.02.03.11.02	CISTERNA : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	276.63	50.42	13,947.68	29,649.99	-15,702.31	-53%
01.02.03.11.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	6,650.47	4.63	30,791.68	39,005.76	-8,214.08	-21%
01.02.03.12	TANQUE ELEVADO							
01.02.03.12.01	TANQUE ELEVADO: CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON IMPERMEABILIZANTE	m3	29.34	585.50	17,178.57	21,885.99	-4,707.42	-22%
01.02.03.12.02	TANQUE ELEVADO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	407.22	66.82	27,210.44	22,482.26	4,728.18	21%
01.02.03.12.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	4,664.43	4.63	21,596.31	7,098.58	14,497.73	204%
01.02.03.13	CERCO PERIMETRICO							
01.02.03.13.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.03.13.01.01	EXCAVACION MANUAL (H=1.60m), EN CERCO PERIMETRICO	m3	254.09	40.97	10,410.17	10,410.07	0.10	0%
01.02.03.13.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO CON MAQUINARIA	m3	104.28	15.07	1,571.54	1,571.50	0.04	0%
01.02.03.13.01.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA	m3	201.75	16.20	3,268.28	3,268.35	-0.07	0%
01.02.03.13.02	CONCRETO SIMPLE							
01.02.03.13.02.01	CIMIENTO CORRIDO - CONCRETO CICLÓPEO 1:10+30%PG	m3	175.90	172.30	30,307.57	22,044.06	8,263.51	37%
01.02.03.13.02.03	SOLADO C:H 1:12, e=10cm	m2	232.96	23.03	5,365.07	3,683.19	1,681.88	46%
01.02.03.13.03	CONCRETO ARMADO							
01.02.03.13.03.01	SOBRECIMENTOS ARMADOS							
01.02.03.13.03.01.01	SOBRECIMIENTO ARMADO: CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	45.31	290.91	13,181.13	9,678.58	3,502.55	36%
01.02.03.13.03.01.02	SOBRECIMIENTO ARMADO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	693.89	49.25	34,174.08	25,205.17	8,968.91	36%
01.02.03.13.03.01.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	2,989.35	4.63	13,840.69	10,061.08	3,779.61	38%
01.02.03.13.03.02	COLUMNAS							
01.02.03.13.03.02.01	COLUMNAS: CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	47.16	410.79	19,372.86	10,627.14	8,745.72	82%
01.02.03.13.03.02.02	COLUMNAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	541.88	65.47	35,476.75	26,100.27	9376.48	36%
01.02.03.13.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	5,459.77	4.63	25,278.74	16,184.54	9,094.20	56%
01.02.03.13.03.03	VIGAS							

01.02.03.13.03.03.01	VIGAS : CONCRETO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	17.17	349.02	5,992.67	3,368.04	2,624.63	78%
01.02.03.13.03.03.02	VIGAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	178.23	69.19	12,331.73	5,339.39	6,992.34	131%
01.02.03.13.03.03.03	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	1,952.99	4.63	9,042.34	7,115.29	1,927.05	27%
01.02.04	ESTRUCTURAS METALICAS							
01.02.04.01	TIJERAL EN ARCO TIPO T-1	und	14.00	5,491.66	76,883.24	76,883.24	0.00	0%
01.02.04.02	VIGA METALICA TIPO VM-1	m	1,775.16	84.93	150,764.34	156,152.30	-5,387.96	-3%
01.02.04.03	ARRIOSTRE PARA VIGUETA AL-1	m	226.80	36.25	8,221.50	18,614.74	-10,393.24	-56%
01.02.04.04	ARRIOSTRE DIAGONAL PARA CUBIERTA	m	431.47	22.88	9,872.03	9,703.87	168.16	2%
					6,382,999.09	5,097,230.35	1,285,768.74	25%

Elaboración Propia

Se evidencia un incremento en el presupuesto valorizado en 1,285,768.74, representando un 25% más de lo contemplado por el expediente, esto se debe a la deficiente cuantificación bajo el enfoque tradicional.

## B. Arquitectura

Tabla 11

Comparación de Presupuestos en Arquitectura

Item	Descripción	Und.	Metrado BIM	Costo Unitario	Presupuesto BIM	Presupuesto E.T.	Δ	Δ%
2	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA							
2.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA							
02.01.01	TABIQUE DE ALBAÑILERÍA							
02.01.01.01	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS TIPO IV CABEZA	m2	1,043.00	112.47	117,306.21	110,741.34	6,564.87	6%
02.01.01.02	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS TIPO IV SOGA	m2	2,756.66	67.86	187,066.95	212,929.07	-25,862.12	-12%
02.01.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS							
02.01.02.01	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO CON MORTERO C:A / 1:5	m2	5,806.78	20.16	117,064.68	94,817.52	22,247.16	23%
02.01.02.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2	2,958.37	16.66	49,286.44	27,861.68	21,424.76	77%
02.01.02.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	m2	2,235.99	25.76	57,599.10	68,434.27	-10,835.17	-16%
02.01.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	358.86	32.95	11,824.44	13,135.85	-1,311.41	-10%
02.01.02.05	TARRAJEO DE VIGAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	140.38	41.00	5,755.58	3,163.97	2,591.61	82%
02.01.02.06	TARRAJEO DE CONTRAZOCALO EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	332.98	27.06	9,010.44	7,501.30	1,509.14	20%
02.01.02.07	TARRAJEO EN CISTERNA Y TANQUE ELEVADO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	174.14	31.34	5,457.55	10,523.66	-5,066.11	-48%
02.01.02.08	VESTIDURA DE DERRAMES	m	769.70	13.81	10,629.56	28,200.43	-17,570.87	-62%
02.01.02.09	SOLAQUEADO EN COLUMNAS,VIGAS	m2	666.33	16.22	10,807.92	4,659.20	6,148.72	132%

02.01.02.10	BRUÑAS	m	8,008.78	7.21	57,743.30	32,153.14	25,590.16	80%
02.01.03	CIELORRASOS							
02.01.03.01	CIELORRASOS C/ MEZCLA C:A / 1:4	m2	5,159.69	25.74	132,810.42	103,928.60	28,881.82	28%
02.01.04	PISOS, VEREDAS Y RAMPAS							
02.01.04.01	CONTRAPISO DE 40 mm	m2	2,651.33	31.45	83,384.33	78,740.74	4,643.59	6%
02.01.04.02	VEREDA , RAMPAS DE CONCRETO " f'c=175 Kg/cm2,e=0.10m , TERMINADO SEMI PULIDO, INC. BRUÑADO	m2	2,651.73	48.54	128,714.97	109,485.85	19,229.12	18%
02.01.04.03	PATIO DE CONCRETO f'c=175 Kg/cm2 (e=0.15M), TERMINADO SEMI PULIDO,INC. BRUÑADO	m2	2,753.87	64.13	176,605.68	70,413.46	106,192.22	151%
02.01.04.04	LOSA DEPORTIVA f'c=210 kg/cm2, TERMINADO SEMIPULIDO	m2	1,165.06	64.13	74,715.30	77,982.08	-3,266.78	-4%
02.01.04.05	PISO DE PORCELANATO ANTIDESLIZANTE 60x60cm.EN MÓDULOS	m2	2,410.15	76.47	184,304.17	140,841.68	43,462.49	31%
02.01.04.06	PISO CERÁMICO ANTIDESLIZANTE 45X45CM EN SS.HH	m2	597.59	54.94	32,831.59	36,936.16	-4,104.57	-11%
02.01.05	REVESTIMIENTOS Y TABIQUERIA							
02.01.05.01	REVESTIMIENTO C/CEMENTO PULIDO DE PASOS Y CONTRAPASOS EN ESCALERA	m2	166.90	25.53	4,260.96	4,105.22	155.74	4%
02.01.06	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS							
02.01.06.01	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO H=0.10m (INTERIOR EN MUROS)	m	1,262.79	35.72	45,106.86	29,938.00	15,168.86	51%
02.01.06.02	PERFIL LISTELO DECORATIVO DE ALUMINIO	m	588.78	26.98	15,885.28	22,612.75	-6,727.47	-30%
02.01.06.03	ZOCALO DE CERAMICA EN SS.HH (45X45)	m2		54.94	0.00	50,598.64	-50,598.64	100%
02.01.07	CUBIERTAS							
02.01.07.01	COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO EN MÓDULOS	m2	2,353.22	40.37	94,999.49	89,560.85	5,438.64	6%
02.01.07.02	COBERTURA DE PLACA DE FIBRA VEGETAL MONOCAPA ONDULINE CLASSIC PRO ROJO 2X0.95X3mm	m2	1,378.54	41.59	57,333.48	57,162.13	171.35	0%
02.01.08	CARPINTERIA DE MADERA							
02.01.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA TORNILLO INCL MARCO, BASTIDORES , ACABADO TERMINADO Y PINTADO	m2	144.27	360.74	52,043.96	76,650.04	-24,606.08	-32%
02.01.08.02	PUERTA DE MELAMINE RH 18", PARA BAÑOS, INC. ACCESORIOS METALICOS	m2	75.24	110.21	8,292.20	8,783.74	-491.54	-6%
02.01.08.03	PUERTA CONTRAPLACADA	m2	200.98	233.25	46,878.59	31,717.34	15,161.25	48%
02.01.08.04	DIVISIÓN DE URINARIO CON MELAMINE RH 18" INC. ACCESORIOS METALICOS	m2	435.87	90.59	39,485.46	12,511.38	26,974.08	216%
02.01.09	CARPINTERÍA METÁLICA							
02.01.09.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BARANDA DE ACERO INOXIDABLE DE 2", 1 1/2", 1" EN ESCALERA	m	254.97	327.42	83,482.28	52,508.35	30,973.93	59%
02.01.09.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASAMANOS DE ACERO INOXIDABLE DE 2"	m	62.00	135.66	8,410.92	1,956.22	6,454.70	330%
02.01.09.03	CANTONERA DE ALUMINIO DE 35mmX25mmX6m EN ESCALERAS	m	480.00	17.02	8,169.60	4,084.80	4,084.80	100%

02.01.09.04	PUERTA PEATONAL Y PORTON METALICA DE FIERRO	glb	1.00	17,900.00	17,900.00	17,900.00	0.00	0%
02.01.09.05	PUERTA METALICA CON MALLA GALVANIZADA N°12 -	m2	8.19	99.32	813.43	417.14	396.29	95%
02.01.10	TIPO COCADA CERRAJERÍA							
02.01.10.01	CERRADURA TIPO PESADA DE SOBREPONER TRES	pza	63.00	54.98	3,463.74	4,948.20	-1,484.46	-30%
02.01.10.02	GOLPES CERRADURA TIPO PALANCA	pza	84.00	60.92	5,117.28	3,655.20	1,462.08	40%
02.01.10.03	BISAGRA ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 4" X 4"	pza	588.00	9.48	5,574.24	5,346.72	227.52	4%
02.01.10.04	CERROJO DE FIERRO REDONDO LISO DE 5/8"	pza	198.00	26.09	5,165.82	1,721.94	3,443.88	200%
02.01.11	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES							
02.01.11.01	VENT. SISTEMA DIRECTO C/VIDRIO TEMPLADO 6 mm,	m2	412.55	226.66	93,508.58	93,936.97	-428.39	0%
02.01.11.02	CORREDIZA BAJA VENT. SISTEMA DIRECTO C/VIDRIO TEMPLADO 6mm,	m2	233.09	226.66	52,832.18	66,261.78	-13,429.60	-20%
02.01.11.03	CORREDIZA ALTA VENTANA PROYECTANTE CON PERFILES DE ALUMINIO	m2	56.55	244.92	13,850.23	13,813.49	36.74	0%
02.01.12	PINTURA							
02.01.12.01	PINTURA DE MUROS INTERIORES C/LATEX, 2 MANOS	m2	2,958.37	11.61	34,346.68	19,416.22	14,930.46	77%
02.01.12.02	PINTURA DE MUROS EXTERIORES C/OLEO MATE 2	m2	2,087.24	12.26	25,589.56	32,574.82	-6,985.26	-21%
02.01.12.03	MANOS PINTURA EN CIELO RASO 2 MANOS	m2	5,159.69	12.38	63,876.96	49,398.80	14,478.16	29%
02.01.12.04	PINTURA DE COLUMNAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	358.86	11.19	4,015.64	4,461.01	-445.37	-10%
02.01.12.05	PINTURA DE VIGAS EN CERCO PERIMÉTRICO	m2	140.38	11.19	1,570.85	863.53	707.32	82%
02.01.12.06	PINTURA DE SOBRECIMIENTO 2 MANOS EN CERCO	m	332.98	6.85	2,280.91	1,898.89	382.02	20%
02.01.12.07	PERIMÉTRICO H=0.60m PINTURA DE LINEAS EN LOSA DEPORTIVA	m	1,599.02	7.11	11,369.03	7,261.66	4,107.37	57%
02.01.13	VARIOS							
02.01.13.01	MESA DE CONCRETO REVESTIDA DE PORCELANATO	m2	101.31	57.78	5,853.69	14,052.67	-8,198.98	-58%
02.01.13.02	SELLADOR ELÁSTICO DE JUNTA A BASE DE POLIURETANO DE 1" EN LOSA DEPORTIVA, VEREDAS Y	m	4,542.20	10.35	47,011.77	20,445.18	26,566.59	130%
02.01.13.03	PATIO JUNTA SÍSMICA DE 1" EN COLUMNAS	m	8,008.78	12.83	102,752.65	33,581.63	69,171.02	206%
02.01.13.04	TAPA JUNTA METÁLICA VERTICAL EN SEPARACION DE	m	187.20	46.39	8,684.21	8,684.21	0.00	0%
02.01.13.05	MODULOS ACCESORIOS Y OTROS	glb	1.00	25,790.84	25,790.84	25,790.84	0.00	0%
02.01.13.06	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	0.00	0%
02.01.13.07	ESCALERA DE GATO EN T.E. INC. INSTALACIÓN Y	und	1.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	0.00	0%
02.01.13.08	PINTADO ARCO METALICO PARA FULBITO Y TABLERO DE	und	4.00	1,256.58	5,026.32	5,026.32	0.00	0%
02.01.13.09	BASKET INC. FABRICACION, PINTADO E INSTALACION	Und.	2.00	1,109.30	2,218.60	2,218.60	0.00	0%
02.01.13.10	SUMINISTRO DE TUBO NEGRO DE 2 1/2" PARA VOLEY	Und.	2.00	1,109.30	2,218.60	2,218.60	0.00	0%
02.01.13.10	INC. MALLA DOBLE DE LONA FINA BARRA DE ALUMINIO D= 2" EN SS.HH. DISCAPACITADOS	und	10.00	182.04	1,820.40	1,820.40	0.00	0%

02.01.13.11	TAPA METALICA PARA CISTERNA PROYECTADA DE 0.60mX0.60m	und	1.00	147.55	147.55	147.55	0.00	0%
02.01.13.12	TAPA METALICA PARA CASETA DE BOMBA PROYECTADO DE 1.20X1.20m	und	1.00	264.00	264.00	264.00	0.00	0%
02.01.13.13	TAPA METALICA PARA CISTERNA EXISTENTE DE 0.85m x 0.85m	und	1.00	171.95	171.95	171.95	0.00	0%
02.01.13.14	TAPA METALICA PARA TANQUE ELEVADO EXISTENTE Y PROYECTADO DE 0.85m x 0.85m	und	1.00	206.93	206.93	206.93	0.00	0%
02.01.13.15	PUERTA METALICA PARA CASETA DE BOMBA DE SITUACION ACTUAL DE 0.70m x 1.65m	m2	1.17	241.61	282.68	282.68	0.00	0%
					2,463,774.45	2,116,208.79	347,565.66	16%

*Elaboración Propia*

Como se observa un incremento en el presupuesto valorizado en 347,565.66, representando un 16% más de lo contemplado por el expediente.

### C. Instalaciones Sanitarias

**Tabla 12**

*Comparación de Presupuestos en Instalaciones Sanitarias.*

Item	Descripción	Und.	Metrado BIM	Costo Unitario	Presupuesto BIM	Presupuesto E.T.	Δ	Δ%
3	INSTALACIONES SANITARIAS							
3.01	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS							
03.01.01.	APARATOS SANITARIOS							
03.01.01.01	INODORO TANQUE BAJO DE LOSA 1RA CALIDAD ADULTO (NAC. BLANCO)	Pza.	95.00	290.05	27,554.75	28,134.85	-580.10	-2%
03.01.01.02	LAVATORIO DE LOSA BLANCA TIPO OVALIN C/GRIFERIA	Pza.	70.00	303.88	21,271.60	20,056.08	1215.52	6%
03.01.01.03	LAVATORIO DE LOSA BLANCA TIPO MANANTIAL CON PEDESTAL C/GRIFERIA	Pza.	25.00	252.78	6,319.50	7,330.62	-1011.12	-14%
03.01.01.04	URINARIO DE PARED DE LOSA BLANCA MODELO CADET O SIMILAR	Pza.	33.00	269.95	8,908.35	8,908.35	0.00	0%
03.01.01.05	LAVADERO ACERO INOXIDABLE 01 POZA S/ESCURRIDERO (INC. GRIFERÍA)	Pza.	14.00	596.47	8,350.58	9,543.52	-1192.94	-13%
03.01.01.06	LAVADERO ACERO INOXIDABLE 01 POZA C/ESCURRIDERO (INC. GRIFERÍA)	Pza.	2.00	696.47	1,392.94	1,392.94	0.00	0%
3.02	SISTEMA DE AGUA FRÍA Y CONTRAINCENDIO							
03.02.01.	SISTEMA DE AGUA FRÍA							

03.02.01.01.	SALIDA DE AGUA FRÍA								
03.02.01.01.01.	SALIDA DE AGUA FRÍA - Ø = 1/2" PVC SAP	pto	256.00	87.02	22,277.12	22,451.16	-174.04	-1%	
03.02.01.02.	REDES DE DISTRIBUCIÓN								
03.02.01.02.01	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC CLASE 10 C/R DE 1/2"	m	936.03	16.80	15,725.30	15,260.28	465.02	3%	
03.02.01.03.	REDES DE ALIMENTACIÓN DE AGUA								
03.02.01.03.01	EXCAVACIÓN Y PICADO DE ZANJA PARA TUBERÍA	m3	108.83	38.64	4,205.19	3,556.43	648.76	18%	
03.02.01.03.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERÍA	m2	311.00	2.70	839.70	710.02	129.68	18%	
03.02.01.03.03	CAMA DE ARENA EN ZANJA P/TUB.	m3	31.09	50.89	1,582.17	1,338.41	243.76	18%	
03.02.01.03.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON EQUIPO Y MAT. PROPIO	m3	77.73	14.02	1,089.77	921.67	168.10	18%	
03.02.01.03.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	31.09	22.54	700.77	592.80	107.97	18%	
03.02.01.03.06	RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 2"	m	161.88	20.11	3255.41	1856.15	1399.26	75%	
03.02.01.03.07	RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 1 1/2"	m	193.01	15.59	3,009.03	2,680.23	328.80	12%	
03.02.01.03.08	RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 1"	m	199.92	16.22	3,242.70	2,888.30	354.40	12%	
03.02.01.03.09	RED DE ALIMENTACIÓN TUBERÍA PVC CLASE 10 C/R DE 3/4"	m	311.07	13.94	4,336.32	4,308.16	28.16	1%	
03.02.01.04.	ACCESORIOS DE REDES								
03.02.01.04.01	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA	Und.	1.00	1,026.11	1,026.11	1,026.11	0.00	0%	
03.02.01.05.	VÁLVULAS Y LLAVES								
03.02.01.05.01	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE PESADA Ø=1/2"	Und.	95.00	90.60	8,607.00	8,788.20	-181.20	-2%	
03.02.01.06.	PIEZAS VARIAS								
03.02.01.06.01	CAJA NICHOS PARA VÁLVULAS INC. TAPA	Und.	79.00	74.75	5,905.25	6,054.75	-149.50	-2%	
03.02.01.06.02	CAJA NICHOS PARA GRIFO DE RIEGO	Und.	16.00	500.00	8,000.00	8,000.00	0.00	0%	
03.02.01.06.03	GRIFO DE RIEGO DE BRONCE Ø1/2"	Und.	16.00	27.24	435.84	435.84	0.00	0%	
03.02.01.07.	EMPALMES Y PRUEBAS HIDRÁULICAS								
03.02.01.07.01	EMPALME A RED EXISTENTE DE AGUA	Und.	1.00	44.99	44.99	44.99	0.00	0%	
03.02.01.07.02	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION A ZANJA ABIERTA	m	1,496.20	1.88	2,812.86	2,539.20	273.66	11%	
03.02.02.	SISTEMA CONTRA INCENDIOS								
03.02.02.01.	SALIDAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS								
03.02.02.01.01.	SALIDAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	pto	22.00	97.03	2,134.66	2,134.66	0.00	0%	
03.02.02.02.	REDES DE ALIMENTACIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIOS								
03.02.02.02.01.	RED DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR CON TUBERIA SCH-40	m	416.49	69.52	28,954.38	34,680.75	-5726.37	-17%	
03.02.02.03.	ACCESORIOS DE REDES								
03.02.02.03.01	CODO SCH-40 ø 4" X 90°	und	28.00	104.79	2,934.12	3,038.91	-104.79	-3%	
03.02.02.03.02	TEE SCH-40 ø 4"	und	25.00	147.45	3,686.25	3,981.15	-294.90	-7%	
03.02.02.03.03	REDUCCIÓN SCH-40 ø 4" X 2 1/2"	und	2.00	125.92	251.84	2770.24	-2518.40	-91%	
03.02.02.03.04	REDUCCIÓN SCH-40 ø 4" X 1 1/2"	und	22.00	118.92	2,616.24	2,616.24	0.00	0%	
03.02.02.04.	EQUIPAMIENTO CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO								
03.02.02.04.01	ELECTROBOMBA CONTRA INCENDIO 20 HP	und	1.00	10,166.75	10,166.75	10,166.75	0.00	0%	
03.02.02.04.02	ELECTROBOMBA JOCKEY 2 HP	und	1.00	5,933.11	5,933.11	5,933.11	0.00	0%	
03.02.02.04.03	GABINETES CONTRA INCENDIO	und	22.00	1,119.14	24,621.08	24,621.08	0.00	0%	

03.02.02.04.04	ACCESORIOS DE RED DE LINEA DE IMPULSION DE RED CONTRAINCENDIO	und	1.00	6,740.72	6,740.72	6,740.72	0.00	0%
03.02.02.05.	ADITAMENTOS VARIOS							
03.02.02.05.01	VALVULA SIAMESA MODELO POSTE DE 4"x2 1/2"x2 1/2"	und	2.00	438.00	876.00	876.00	0.00	0%
03.02.02.05.02	ABRAZADERAS DE ACERO EN "U"	und	19.00	33.68	639.92	1313.52	-673.60	-51%
03.02.02.06.	PRUEBA HIDRÁULICA							
03.02.02.06.01	PRUEBA HIDRÁULICA EN TUBERÍA SCH-40 ø 4"	m	475.66	2.06	979.86	1,027.65	-47.79	-5%
3.03	SISTEMA DE DESAGÜE							
03.03.01.	SALIDA DE DESAGUE Y VENTILACION							
03.03.01.01	SALIDA DE DESAGÜE EN PVC SAP Ø DE 2"	pto	275.64	42.54	11,725.73	6,338.46	5387.27	85%
03.03.01.02	SALIDA DE DESAGÜE EN PVC SAP Ø DE 3" SUMIDERO Y ROSCADO	pto	73.00	48.23	3,520.79	4,003.09	-482.30	-12%
03.03.01.03	SALIDA DE DESAGÜE EN PVC SAP Ø DE 4"	pto	136.00	53.52	7,278.72	5,084.40	2194.32	43%
03.03.01.04	SALIDA DE VENTILACIÓN EN PVC SAP Ø DE 2"	pto	175.00	49.85	8723.75	3240.25	5483.50	169%
03.03.02.	REDES DE DISTRIBUCIÓN							
03.03.02.01	RED DE DISTRIBUCION DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 2"	m	284.84	11.50	3,275.66	4,559.18	-1283.52	-28%
03.03.02.02	RED DE DISTRIBUCION DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 3"	m	84.34	21.03	1,773.67	2,787.74	-1014.07	-36%
03.03.02.03	RED DE DISTRIBUCION DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 4"	m	674.64	23.77	16,036.19	12,292.89	3743.30	30%
03.03.02.04	MONTANTE CON TUBERÍA PVC - SAP Ø DE 4"	m	15.29	23.77	363.44	1636.56	-1273.12	-78%
03.03.02.05	RED DE VENTILACIÓN DE TUBERIA PVC - SAP Ø DE 2"	m	472.00	13.64	6,438.08	5,448.91	989.17	18%
03.03.03.	ACCESORIOS DE REDES DE DESAGÜE							
03.03.03.01	ACCESORIOS DE REDES DE DESAGÜE	Und.	6.00	4019.76	24118.56	4019.76	20098.80	500%
03.03.03.02	ABRAZADERA DE FIJACION DE TUBERIA Ø DE 4"	Und.	52.00	29.12	1,514.24	2,416.96	-902.72	-37%
03.03.03.03	COLGADOR Ø DE 4"	Und.	231.00	10.46	2,416.26	3,744.68	-1328.42	-35%
03.03.04.	REDES COLECTORAS DESAGÜE							
03.03.04.01	EXCAVACIÓN Y PICADO DE ZANJA PARA TUBERÍA	m3	70.62	38.64	2,728.76	2,532.47	196.29	8%
03.03.04.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERÍA	m2	175.41	2.70	473.61	393.26	80.35	20%
03.03.04.03	CAMA DE ARENA EN ZANJA P/TUB.	m3	17.54	50.89	892.61	740.96	151.65	20%
03.03.04.04	RELLENO Y COMPACTADO CON CON EQUIPO Y MAT. PROPIO	m3	60.21	14.02	844.14	714.74	129.40	18%
03.03.04.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	17.54	22.54	395.35	328.18	67.17	20%
03.03.04.06	RED COLECTORA CON TUBERÍA DE PVC SAP Ø DE 6"	m	356.53	34.33	12,239.67	11,111.25	1128.42	10%
03.03.05.	ADITAMENTOS VARIOS							
03.03.05.01	SUMIDERO DE BRONCE DE 3" PROVISION Y COLOCACION	Und.	71.00	25.52	1,811.92	2,194.72	-382.80	-17%
03.03.05.02	SUMIDERO DE BRONCE DE 2" PROVISION Y COLOCACION	Und.	2.00	20.52	41.04	41.04	0.00	0%
03.03.05.03	REGISTRO ROSCADO DE BRONCE DE 4" PROVISION Y COLOCACION	Und.	18.00	38.82	698.76	1,785.72	-1086.96	-61%
03.03.05.04	SOMBRERO DE VENTILACION DE 2" PVC	Und.	1.00	12.61	12.61	441.35	-428.74	-97%
03.03.05.05	CAJA ATRAPA GRASA	Und.	2.00	1,439.19	2,878.38	2,878.38	0.00	0%
03.03.06.	CAMARAS DE INSPECCION							

03.03.06.01	CAJA DE REG. PREFAB. 12" x 24" (0.30x0.60) C/TAPA CONCRETO REFORZADO	Und.	18.00	483.91	8,710.38	8,226.47	483.91	6%
03.03.06.02	CAJA DE REG. PREFAB. 18" x 24" (0.45x0.60) C/TAPA CONCRETO REFORZADO	Und.	10.00	489.90	4,899.00	5,388.90	-489.90	-9%
03.03.06.03	CAJA DE REG. PREFAB. 24" x 24" (0.60x0.60) C/TAPA CONCRETO REFORZADO	Und.	5.00	503.64	2,518.20	2,518.20	0.00	0%
03.03.07.	<b>EMPALMES Y PRUEBAS HIDRÁULICAS</b>							
03.03.07.01	EMPALME A CAJA DE REGISTRO EXISTENTE	Und.	1.00	63.01	63.01	63.01	0.00	0%
03.03.07.02	PRUEBA HIDRÁULICA DE ESCORRENTÍA DE TUB. DESAGÜE	m	1,532.43	1.52	2,329.29	2,186.79	142.50	7%
3.04	<b>SISTEMA DE EVACUACIÓN PLUVIAL</b>							
03.04.01.	<b>REDES COLECTORAS EXTERIORES</b>							
03.04.01.01	EXCAVACION Y PICADO DE ZANJA PARA CANALETA DE CONCRETO	m3	66.81	33.80	2,258.18	2,193.28	64.90	3%
03.04.01.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA CANALETA DE CONCRETO	m2	112.29	8.46	949.97	922.73	27.24	3%
03.04.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	66.81	22.54	1,505.90	1,462.62	43.28	3%
03.04.01.04	CONCRETO F'c=175KG/CM2 PARA CANALETA	m3	38.65	282.79	10,929.83	10,211.55	718.28	7%
03.04.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	345.00	42.96	14,821.20	23,113.77	-8292.57	-36%
03.04.01.06	ACERO CORUGADO Fy 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,320.32	4.63	10,743.08	10,203.87	539.21	5%
03.04.01.07	REJILLA METALICA 30CM - PARA CANAL DE EVACUACION PLUVIAL	m	235.00	41.19	9,679.65	9,983.63	-303.98	-3%
03.04.01.08	JUNTA FLEXIBLE ASFALTICA e=1"	m	78.00	3.85	300.30	319.55	-19.25	-6%
03.04.01.09	TUBERIA PERFORADA PVC SAP Ø DE 4"	m	60.00	23.30	1,398.00	1,849.79	-451.79	-24%
03.04.01.10	TUBERIA PERFORADA PVC SAP Ø DE 6"	m	12.00	33.47	401.64	485.32	-83.68	-17%
	RED COLECTORA DE TUBERIA PVC 4"		0.00		0.00			
	RED COLECTORA DE TUBERIA PVC 6"		0.00		0.00			
03.04.02.	<b>REDES COLECTORAS EN TECHOS</b>							
03.04.02.01	CANALETA 1/2 CAÑA DE CONCRETO EN PISO	m	240.00	44.82	10,756.80	10,434.54	322.26	3%
03.04.02.02	GARGOLAS DE C°A°	und	110.00	21.51	2,366.10	2,710.26	-344.16	-13%
03.04.02.03	CANALETA DE MEDIA CAÑA PVC SAL DE 4"	m	138.00	36.42	5,025.96	4,953.12	72.84	1%
03.04.02.04	GANCHO METALICO DE SUJECIÓN PARA LA RED PLUVIAL	und	130.00	17.08	2,220.40	2,391.20	-170.80	-7%
03.04.02.05	MONTANTE TUBERIA DE PVC SAL DE 4" INCLUYE ACCESORIOS	m	101.83	28.03	2,854.29	1,491.20	1363.09	91%
03.04.02.06	ABRAZADERA PARA TUBO Ø 4" PARA MONTANTE DE RED PLUVIAL	und	48.00	29.49	1,415.52	4,718.40	-3302.88	-70%
3.05	<b>SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CISTERNA Y TANQUE ELEVADO</b>							
03.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE INGRESO Ø = 2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	826.53	826.53	826.53	0.00	0%
03.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE INGRESO Ø = 2 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1,192.87	1,192.87	1,192.87	0.00	0%
03.05.03	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE SUCCION Ø = 3" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1,205.04	1,205.04	1,205.04	0.00	0%

03.05.04	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE IMPULSION Ø = 2 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1,390.91	1,390.91	1,390.91	0.00	0%	
03.05.05	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE ALIMENTACION Ø = 2 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	494.23	494.23	494.23	0.00	0%	
03.05.06	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Y LIMPIA Ø = 4", PARA TANQUE ELEVADO	glb	1.00	785.33	785.33	785.33	0.00	0%	
03.05.07	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Ø = 2", PARA CISTERNA	glb	1.00	941.98	941.98	941.98	0.00	0%	
03.05.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO; 02 ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS (Q=6.37 LPS, HDT=18.4, Pot. Estimada= 1.5HP)	glb	1.00	3,006.65	3,006.65	3,006.65	0.00	0%	
03.05.09	ESCALERA DE ACCESO A CASETA DE BOMBAS	und	1.00	406.37	406.37	406.37	0.00	0%	
3.06	<b>MEJORAMIENTO DE CISTERNA Y TANQUE ELEVADO EXISTENTE</b>								
03.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE INGRESO Ø = 1 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	556.96	556.96	556.96	0.00	0%	
03.06.02	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE SUCCION Ø = 2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	573.64	573.64	573.64	0.00	0%	
03.06.03	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE IMPULSION Ø = 1 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	1,120.57	1,120.57	1,120.57	0.00	0%	
03.06.04	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE ALIMENTACION Ø = 1 1/2" INCLUYE VALVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	568.56	568.56	568.56	0.00	0%	
03.06.05	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Y LIMPIA Ø = 2 1/2", PARA TANQUE ELEVADO	glb	1.00	668.20	668.20	668.20	0.00	0%	
03.06.06	SUMINISTRO E INSTALACION LINEA DE REBOSE Ø = 4", PARA CISTERNA	glb	1.00	1,011.77	1,011.77	1,011.77	0.00	0%	
03.06.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO; 02 ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS (Pot. Estimada= 1.HP)	glb	1.00	3,006.65	3,006.65	3,006.65	0.00	0%	
						475,533.10	461,039.25	14,493.85	3%

*Elaboración Propia*

Como se observa gracias a la Tabla anterior se detalla un incremento en el presupuesto valorizado en 14,493.85, representando un 3% más de lo contemplado por el expediente, el porcentaje mas bajo de las cuatro especialidades.

## D. Instalaciones Eléctricas

**Tabla 13**

*Comparación de Presupuestos en Instalaciones Eléctricas.*

Item	Descripción	Und.	Metrado BIM	Costo Unitario	Presupuesto BIM	Presupuesto E.T.	Δ	Δ%
<b>4</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS</b>							
<b>4.01</b>	<b>SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, FUERZA Y SEÑALES DEBILES</b>							
04.01.01	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ P/EQ. ADOSADO	pto	581.00	38.88	22,589.28	21,889.44	699.84	3%
04.01.02	SALIDA PARA LUMINARIA DE EMERGENCIA	pto	74.00	38.84	2,874.16	3,340.24	-466.08	-14%
04.01.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA	pto	245.00	48.55	11,894.75	12,088.95	-194.20	-2%
04.01.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR	pto	225.00	48.55	10,923.75	10,583.90	339.85	3%
04.01.05	SALIDA PARA TOMA DATOS - INTERNET	pto	67.00	61.61	4,127.87	4,189.48	-61.61	-1%
04.01.06	SALIDA/ENTRADA PARA PROYECTOR	pto	46.00	55.81	2,567.26	3,236.98	-669.72	-21%
04.01.07	SALIDA PARA TOMACORRIENTE ESTABILIZADO	pto	62.00	45.24	2,804.88	2,804.88	0.00	0%
04.01.08	SALIDA PARA TELEFONO	pto	6.00	48.61	291.66	291.66	0.00	0%
04.01.09	SALIDA PARA BRAQUETTE	pto	15.00	43.41	651.15	651.15	0.00	0%
<b>4.02</b>	<b>CANALIZACION, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>							
04.02.01	CABLEADO P/SALIDA DE CENTRO DE LUZ P/EQ. ADOSADO	pto	581.00	17.57	10,208.17	9,891.91	316.26	3%
04.02.02	CABLEADO P/SALIDA DE EQ. ILUMINACION DE EMERGENCIA	pto	76.00	15.46	1,174.96	1,329.56	-154.60	-12%
04.02.03	CABLEADO P/SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA	pto	243.00	32.08	7,795.44	7,987.92	-192.48	-2%
04.02.04	CABLEADO P/SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA ESTABILIZADO	pto	62.00	21.12	1,309.44	1,309.44	0.00	0%
04.02.05	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE	pto	143.00	7.53	1,076.79	948.78	128.01	13%
04.02.06	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR DOBLE	pto	30.00	16.59	497.70	381.57	116.13	30%
04.02.07	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR TRIPLE	pto	11.00	17.19	189.09	189.09	0.00	0%
04.02.08	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR CONMUTACION SIMPLE	pto	68.00	13.21	898.28	739.76	158.52	21%
04.02.09	CABLEADO P/SALIDA DE INTERRUPTOR CONMUTACION DOBLE	pto	3.00	17.07	51.21	34.14	17.07	50%
04.02.10	CABLEADO P/SALIDA DE BRAQUETTE	pto	15.00	16.36	245.40	245.40	0.00	0%
04.02.11	CABLEADO P/SALIDA DE REFLECTOR TANGO G3 - BVP38x	pto	13.00	64.16	834.08	898.24	-64.16	-7%
04.02.12	CABLEADO P/SALIDA DE REFLECTOR LED 30W - LUZ FRIA	pto	17.00	27.33	464.61	546.60	-81.99	-15%
04.02.13	CABLEADO P/SALIDA DE VOZ Y DATA	pto	73.00	24.29	1,773.17	1,651.72	121.45	7%
04.02.14	CABLEADO P/SALIDA DE PROYECTOR	pto	46.00	14.96	688.16	867.68	-179.52	-21%
04.02.15	CABLEADO P/SALIDA DE TELEFONO	pto	6.00	41.48	248.88	248.88	0.00	0%
<b>4.03</b>	<b>ARTEFACTOS DE ALUMBRADO</b>							

04.03.01	SUM. INST. EQUIPO HERMETICO TCW060 - 1x36 W	und	292.00	114.43	33,413.56	34,214.57	-801.01	-2%
04.03.02	SUM. INST. EQUIPO KIT-S OFFSIMPLE TIPO REJILLA ADOSABLE 236/865 EBC - 3x36 W	und	290.00	126.48	36,679.20	33,390.72	3,288.48	10%
04.03.03	SUM. E INSTAL. LUMINARIA DE EMERGENCIA ADOSADA A LA PARED	und	76.00	100.48	7,636.48	8,641.28	-1,004.80	-12%
04.03.04	SUM. E INSTAL. EQUIPO BRAQUETTE	und	15.00	107.98	1,619.70	1,619.70	0.00	0%
04.03.05	SUM. E INSTAL. EQUIPO REFLECTOR TANGO G3 - BVP38x	Und	13.00	204.43	2,657.59	2,862.02	-204.43	-7%
04.03.06	SUM. E INSTAL. EQUIPO REFLECTOR LED 30W - LUZ FRIA	Und	17.00	92.20	1,567.40	1,567.40	0.00	0%
<b>4.04</b>	<b>ACCESORIOS ELECTRICAS</b>							
04.04.01	TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA	und	233.00	21.78	5,074.74	5,357.88	-283.14	-5%
04.04.02	TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA A PRUEBA DE AGUA	und	10.00	45.78	457.80	137.34	320.46	233%
04.04.03	TOMACORRIENTE DOBLE C/TOMA A TIERRA ESTABILIZADO EN PISO, CON CAJA UNIVERSAL	und	62.00	45.94	2,848.28	2,848.28	0.00	0%
04.04.04	INTERRUPTOR SIMPLE UNIPOLAR 10 A	und	143.00	10.84	1,550.12	1,365.84	184.28	13%
04.04.05	INTERRUPTOR DOBLE 10 A	und	30.00	15.52	465.60	356.96	108.64	30%
04.04.06	INTERRUPTOR TRIPLE 10 A	und	11.00	19.01	209.11	209.11	0.00	0%
04.04.07	INTERRUPTOR CONMUTACION SIMPLE 10A	und	68.00	10.84	737.12	607.04	130.08	21%
04.04.08	INTERRUPTOR CONMUTACION DOBLE 10A	und	3.00	24.67	74.01	49.34	24.67	50%
04.04.09	PLACA TOMA DATOS EN PISO - INTERNET	und	60.00	60.09	3,605.40	3,725.58	-120.18	-3%
04.04.10	PLACA TOMA DATOS EN PARED - INTERNET	und	7.00	57.98	405.86	347.88	57.98	17%
04.04.11	PLACA DE TELEFONO DIRECTO	und	6.00	18.81	112.86	112.86	0.00	0%
<b>4.05</b>	<b>CAJAS DE PASE</b>							
04.05.01	CAJA DE F°G° 100x100mm C/TAPA	und	53.00	24.28	1,286.84	218.52	1,068.32	489%
04.05.02	CAJA DE F°G° 150x150mm C/TAPA	und	81.00	28.42	2,302.02	369.46	1,932.56	523%
04.05.03	CAJA DE F°G° 300x300mm C/TAPA*	und	0.00	42.66	0.00	511.92	-511.92	
04.05.04	CAJA DE PASO OCTOGONAL*	und	0.00	19.22	0.00	365.18	-365.18	
<b>4.06</b>	<b>TABLEROS GENERAL Y DE DISTRIBUCION</b>							
04.06.01	TABLERO GENERAL - TG	und	1.00	3,564.96	3,564.96	3,564.96	0.00	0%
04.06.02	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-1	und	1.00	1,324.01	1,324.01	1,324.01	0.00	0%
04.06.03	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-2	und	1.00	1,384.45	1,384.45	1,384.45	0.00	0%
04.06.04	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-3	und	1.00	1,597.40	1,597.40	1,597.40	0.00	0%
04.06.05	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-4	und	1.00	1,269.16	1,269.16	1,269.16	0.00	0%
04.06.06	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-5	und	1.00	1,325.41	1,325.41	1,325.41	0.00	0%
04.06.07	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-6	und	1.00	1,271.33	1,271.33	1,271.33	0.00	0%
04.06.08	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-7	und	1.00	1,398.94	1,398.94	1,398.94	0.00	0%
04.06.09	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-8	und	1.00	1,457.50	1,457.50	1,457.50	0.00	0%
04.06.10	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-9	und	1.00	1,431.99	1,431.99	1,431.99	0.00	0%
04.06.11	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-10	und	0.00	1,783.92	0.00	1,783.92	-1,783.92	
04.06.12	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-1.2	und	1.00	1,232.49	1,232.49	1,232.49	0.00	0%
04.06.13	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-1.3	und	1.00	1,232.49	1,232.49	1,232.49	0.00	0%

04.06.14	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-2.2	und	1.00	1,232.28	1,232.28	1,232.28	0.00	0%
04.06.15	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-2.3	und	1.00	1,232.49	1,232.49	1,232.49	0.00	0%
04.06.16	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-3.2	und	1.00	1,264.99	1,264.99	1,264.99	0.00	0%
04.06.17	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-3.3	und	1.00	1,334.49	1,334.49	1,334.49	0.00	0%
04.06.18	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-4.2	und	1.00	1,424.83	1,424.83	1,424.83	0.00	0%
04.06.19	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-4.3	und	1.00	2,029.33	2,029.33	2,029.33	0.00	0%
04.06.20	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-5.2	und	1.00	1,424.83	1,424.83	1,424.83	0.00	0%
04.06.21	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-5.3	und	1.00	2,058.25	2,058.25	2,058.25	0.00	0%
04.06.22	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-6.2	und	1.00	1,366.99	1,366.99	1,366.99	0.00	0%
04.06.23	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-6.3	und	1.00	1,366.99	1,366.99	1,366.99	0.00	0%
04.06.24	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-7.2	und	1.00	1,581.09	1,581.09	1,581.09	0.00	0%
04.06.25	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-9.2	und	1.00	1,646.09	1,646.09	1,646.09	0.00	0%
04.06.26	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-9.3	und	1.00	1,489.83	1,489.83	1,489.83	0.00	0%
04.06.27	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-10.2	und	0.00	1,851.90	0.00	1,851.90	-1,851.90	
04.06.28	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION ST-10.3	und	0.00	1,851.90	0.00	1,851.90	-1,851.90	
04.06.29	TABLERO AUXILIAR T-AUX	und	1.00	385.02	385.02	385.02	0.00	0%
04.06.30	TABLERO DE BOMBAS TD-B	und	1.00	951.03	951.03	951.03	0.00	0%
04.06.31	TABLERO DE BOMBAS TD-BCI	und	1.00	5,334.82	5,334.82	5,334.82	0.00	0%
04.06.32	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-E	und	2.00	5,546.55	11,093.10	11,093.10	0.00	0%
<b>04.06.31</b>	<b>EXCAVACION PARA INSTALACIÓN DE CONDUCTOR</b>							
04.06.32	EXCAVACION PARA CABLE SUBTERRANEO H=1.00m.	m3	421.13	33.80	14,234.19	8,008.89	6,225.30	78%
4.07	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	294.79	21.75	6,411.68	3,607.56	2,804.12	78%
04.07.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	126.34	33.25	4,200.81	2,363.57	1,837.24	78%
04.07.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	151.61	16.09	2,439.40	1,372.51	1,066.89	78%
<b>04.07.03</b>	<b>INSTALACIÓN DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA</b>							
04.07.04	EXCAVACIÓN MANUAL P/POZO DE PUESTA TIERRA	m3	30.00	38.64	1,159.20	1,159.20	0.00	0%
4.08	SUMINISTRO E INSTAL. DE PUESTA A TIERRA	und	11.00	603.63	6,639.93	9,054.45	-2,414.52	-27%
<b>04.08.01</b>	<b>PRUEBAS ELECTRICAS (TODO EL SISTEMA ELECTRICO)</b>							
04.08.02	PRUEBAS ELECTRICAS (TODO EL SISTEMA ELECTRICO)	und	1.00	500.00	500.00	500.00	0.00	0%
<b>4.09</b>	<b>SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIO</b>							
04.09.01	SALIDA PARA SENSORES DE HUMO Y TEMPERATURA	und	123.00	43.97	5,408.31	5,848.01	-439.70	-8%
4.1	SALIDA PARA DISPOSITIVO DE ACCIONAMIENTO MANUAL	und	19.00	52.07	989.33	1,093.47	-104.14	-10%
04.10.01	SALIDA PARA LUZ (SIRENA CONTRA INCENDIO)	und	19.00	45.95	873.05	964.95	-91.90	-10%
04.10.02	DETECTOR DE HUMO DIRECCIONAL EN 54 INCLUYE BASE	und	108.00	53.78	5,808.24	7,152.74	-1,344.50	-19%
04.10.04	DISPOSITIVO DE ACCIONAMIENTO MANUAL	und	19.00	23.78	451.82	499.38	-47.56	-10%
04.10.05	LUZ Y PARLANTE ( SIRENA CONTRA INCENDIO)	und	19.00	35.78	679.82	751.38	-71.56	-10%
04.10.06	PANEL DE ALARMA CONTRA INCENDIO HASTA 250 ZONAS DE DETECCIÓN	und	1.00	1,878.65	1,878.65	1,878.65	0.00	0%

<b>04.10.07 ALIMENTADORES SECUNDARIOS CANALIZACIÓN, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>								
04.10.08	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 35mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 25mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 70mm PVC	m	1.07	60.98	65.25	714.56	-649.31	-91%
4.11	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 25mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 16mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 60mm PVC - P	m	468.60	60.21	28,214.41	38,265.86	-10,051.45	-26%
04.11.01	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 16mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 10mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 60mm PVC - P	m	377.47	45.30	17,099.39	3,292.40	13,806.99	419%
04.11.02	SUM. E INSTAL. CABLE 3 x 10mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 10mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 60mm PVC - P	m	412.26	38.72	15,962.71	696.96	15,265.75	2190%
04.11.03	SUM. E INSTAL. Cable N2XOH 2-1x10mm <sup>2</sup> +1x10mm <sup>2</sup> (LT) N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 40mm PVC - P	m	365.13	36.79	13,433.13	5,513.35	7,919.78	144%
04.11.04	SUM. E INSTAL. CABLE 2 x 6mm <sup>2</sup> N2XOH + 1 x 6mm <sup>2</sup> N2XOH(N) + 1 x 16mm <sup>2</sup> (T), Ø 35mm PVC - P	m	60.00	31.73	1,903.80	1,903.80	0.00	0%
04.11.05	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE CABLE SUBTERRANEO	m	421.13	36.79	15,493.37	1,191.86	14,301.51	1200%
<b>04.11.09 BUZONES</b>								
04.11.10	EXCAVACION PARA BUZÓN DE CONCRETO (CAJA DE PASO)	m3	19.97	38.64	771.64	771.45	0.19	0%
4.12	BUZÓN DE CONCRETO (CAJA DE PASO) 0.80x0.80m.	und	11.00	434.54	4,779.94	4,779.94	0.00	0%
<b>04.12.01 OTROS</b>								
04.12.02	EMPALME A CABLE SUBTERRÁNEO	m	25.00	87.04	2,176.00	2,176.00	0.00	0%
4.13	SUM. E INSTAL. GABINETE PRINCIPAL DE CENTRAL DE DATA/VOZ	glb	1.00	692.15	692.15	1,384.30	-692.15	-50%
04.13.01	SUM. E INSTAL. GABINETE PRINCIPAL DE CENTRAL DE TELÉFONO	glb	1.00	708.24	708.24	1,416.48	-708.24	-50%
04.13.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRICA	glb	1.00	600.00	600.00	600.00	0.00	0%
04.13.03	SUM.E INSTAL. GRUPO ELECTROGENO 30 KW (INCLUYE ACCESORIOS Y TABLERO TRANSFERENCIA)	und	1.00	17,033.89	17,033.89	17,033.89	0.00	0%
04.13.04	RACK DE DATOS*	und	2.00	692.15	1,384.30	0.00	1,384.30	0
					416,583.07	370,416.21	46,166.86	12%

*Elaboración Propia*

Como se evidencia un incremento en el presupuesto, con S/ 46,166.86, representando un 12% más de lo contemplado por el expediente.

## E. Resumen Comparativo

La tabla 14 se resume las diferencias de presupuestos y figura 51 muestra un gráfico de barras para su mejor comprensión.

**Tabla 14**

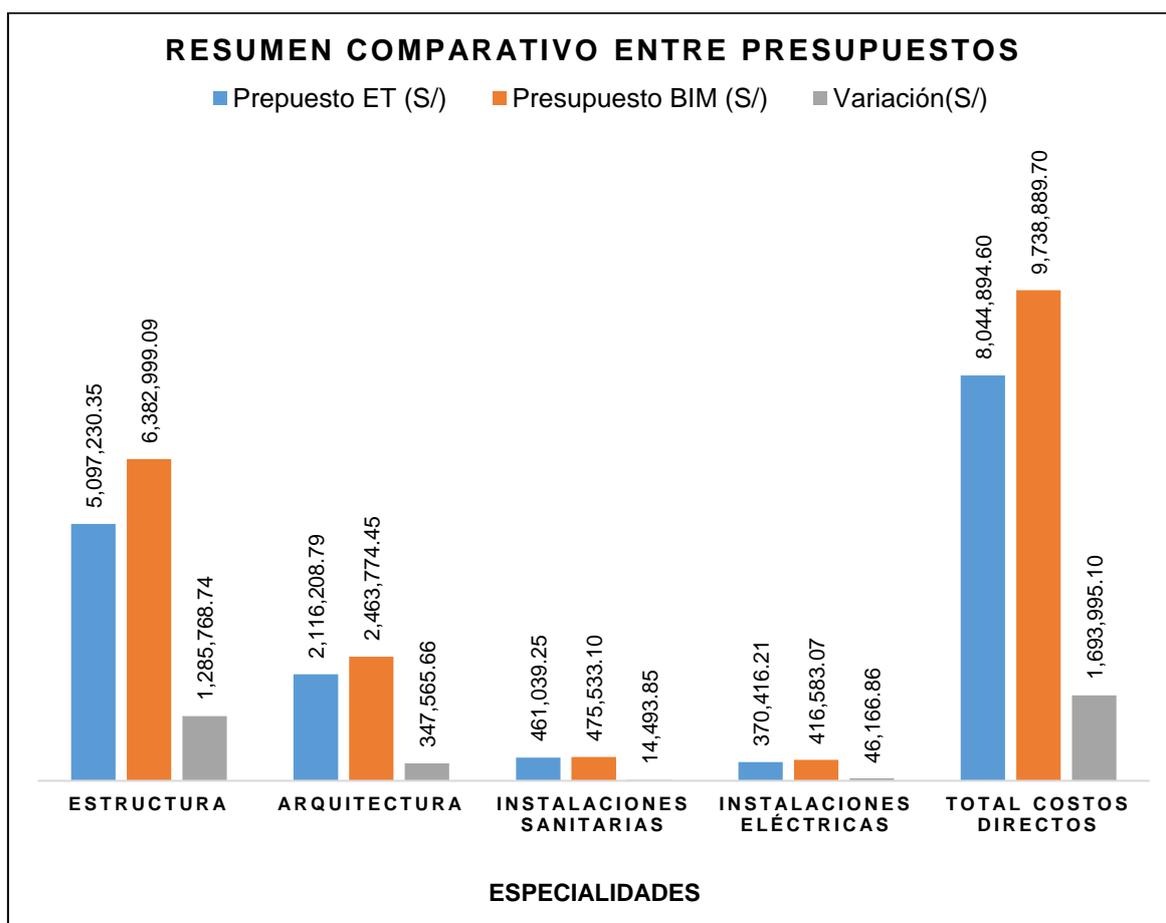
*Resumen Comparativo de Presupuestos*

Especialidad	Prepuestro ET (S/)	Presupuesto BIM (S/)	Variación(S/)	Variación %
<b>Estructura</b>	5,097,230.35	6,382,999.09	1,285,768.74	25%
<b>Arquitectura</b>	2,116,208.79	2,463,774.45	347,565.66	16%
<b>Instalaciones Sanitarias</b>	461,039.25	475,533.10	14,493.85	3%
<b>Instalaciones Eléctricas</b>	370,416.21	416,583.07	46,166.86	12%
<b>Total Costos Directos</b>	8,044,894.60	9,738,889.70	1,693,995.10	21%

*Elaboración Propia*

**Figura 51**

*Resumen Comparativo entre Presupuestos*



*Elaboración Propia*

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La aplicación de BIM en el expediente técnico Proyecto de recuperación de la infraestructura de la Institución Educativa RAÑE, contribuyó al mejoramiento en cuanto a los resultados óptimos en metrados y costos en las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones eléctricas y sanitarias. Metodología que evidenció mejores cálculos y exactitud en el cómputo de metrados y como consecuencia presupuesto, hallazgos similares se encontraron en Cabello (2020) quien afirma que la implementación BIM es una herramienta útil que ayuda de manera eficaz en la ejecución en diversos procesos durante la ejecución de un proyecto, de la misma manera Lobos (2021) indica que BIM produce un alto impacto y muchos beneficios en quienes la utilizan, optimizando la información y administración de proyectos en función a costos y tiempos.

Luego de la observación y análisis de la información recopilada del expediente técnico, y en referencia al primer objetivo específico, precisamente en las especificaciones técnicas, láminas, metrados y costos, se ha elaborado documentación técnica de manera desligada, donde los técnico no han interactuado entre las especialidades consideradas, llegando a errores e incongruencias entre las especificaciones técnicas, planos y metrados, coincidiendo con Llanos & Orbezo (2023) quienes concluyen que las incongruencias son inevitables cuando se desarrolla un proyecto de forma tradicional, teniendo láminas de cortes con variaciones respecto a los planos en planta.

Respecto al segundo objetivo específico, se elaboraron los modelos 3D de las especialidades de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias y eléctricas, con un nivel de desarrollo 300, a nivel de detalle 3 haciendo un nivel de información 4, considerando que se ha modelado en fase de documentación técnica, permitiendo un mejor entendimiento, visualización y gestión de la información en esta fase del proyecto, de esta manera se concuerda con Mendoza (2021) quién llega a la conclusión que la elaboración de un modelo del proceso constructivo en BIM resulta ser una herramienta que facilita gran manera la gestión de información de un proyecto de construcción.

Luego y en función de tercer objetivo, se detectaron las incompatibilidades entre los modelos 3D de las distintas especialidades mediante “Clash detective”, siendo mayor las incompatibilidades entre arquitectura y estructuras con 76%,

estructuras vs. Instalaciones sanitarias con un 12 % de incompatibilidades y finalmente estructuras vs instalaciones eléctricas, con un 6.3% de incongruencias entre ellas, así mismo Rivas & Umbo (2022) obtuvieron resultados similares de colisión por la opción Clash detective evidenciando interferencias entre las disciplinas. De igual manera Mena & Timana (2022) detectaron incompatibilidades y compararon información entre el expediente y el modelo BIM, concluyendo errores en planos influyendo en costos y tiempos.

Se consiguió obtener los metrados influenciados en BIM a través de tablas de cuantificación en Revit, a partir de parametrización de datos, logrando una comparación de cada partida dentro de las planillas de metrados del ET y el método BIM según cada especialidad, en discusión del cuarto objetivo, dichas variaciones de cuantificación se hallaron mayormente en la especialidad de estructuras, como son las partidas de concreto, acero, así mismo en arquitectura en partidas como tarrajes, carpintería, entre otros, evidenciando la obtención de metrados exactos, de forma rápida y automática; de manera similar Florian (2022) concluye que mediante el Building Modeling Information se obtienen metrados de manera más precisa y eficiente.

De acuerdo al quinto objetivo, en esta investigación el valor del presupuesto bajo la influencia de la metodología BIM es superior a la del presupuesto del ET, con un incremento del 21%, siendo la especialidad de estructura la que más variación de presupuesto tuvo, con un 25% de incremento, seguido de la especialidad de arquitectura con un 16% más del presupuesto del método tradicional, resultados que no concuerda con Pérez & Herrera (2023) quienes afirman que al aplicar BIM el presupuesto fue menor en un 10.05% frente al método tradicional, de manera homologa Chapañan & Olano (2024) obtuvieron un valor inferior de presupuesto utilizando BIM respecto al expediente técnico de aproximadamente S/ 4,173.86. Es importante hacer hincapié que la diferencia del presupuesto entre el ET y la aplicación BIM se generó como consecuencia de una inadecuada e ineficiente cuantificación de recursos basados en planos 2D y plantillas tradicionales en formato Excel.

## CONCLUSIONES

- La implementación de BIM en el proyecto de recuperación de infraestructura de la Institución Educativa Ramiro Aurelio Ñique Espíritu en el distrito de Moche, La Libertad, es eficiente ya que coadyuvó a comprender, gestionar y precisar la información recopilada del expediente técnico, sincerándose metrados y costos.
- En gran parte de los proyectos realizados con procedimientos tradicionales tienen incongruencias de información, debido a que no existe interoperabilidad entre los especialistas, causando errores de planificación y sobrecostos.
- Se permitió el control e interacción entre los involucrados mediante modelos 3D de las disciplinas en estudio. dando una mejor comprensión, visualización y gestión de información del expediente técnico
- Se determinaron las siguientes incompatibilidades, el 76.3% entre las especialidades de arquitectura y estructuras, el 12% en estructuras vs. instalaciones sanitarias y un 6%. entre instalaciones eléctricas vs estructuras.
- Se obtuvieron tablas automatizadas de cantidades a partir de los modelos BIM, de manera rápida y eficiente, llegando a contrastar los metrados con el ET determinando considerables variaciones en partidas de estructuras y arquitectura.
- El presupuesto optimizado por BIM (S/.9,738,899.70) resultó mayor en un 21% (S/.1,693,995.10), respecto al presupuesto del ET (S/.8,044,894.60), siendo la especialidad de estructura la que tuvo mayor incremento con un 25% (S/.1,285,768.74), seguido de Arquitectura con un 16% (S/.347,565.66), instalaciones sanitarias con un 12%. (S/.46,166.86) y sólo un 3% (S/.14,493.85) para instalaciones eléctricas, del total de costos directos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la comunidad inmersa en la construcción, así como también en la investigación, a seguir estudiando acerca de esta metodología, recordando que por reglamento para el año 2030 el uso de BIM será de uso obligatorio en el sector público. Además de ser beneficioso para cualquier tipo de proyecto.

- A la actualidad BIM es apto al sector público y también para el sector privado, pudiendo ser desde un proyecto pequeño o uno de grande escala, así como también a los diferentes sectores o rubros de la construcción, es decir, se puede aplicar a proyectos de infraestructura vial (carreteras, puentes, pasos a desnivel, túneles) hidrología (Presas hidráulicas) Saneamiento (redes de agua potable, cisternas y tanques elevados), Eléctricas (Sistemas de electrificación rural) entre otros.

- Se recomiendan a aquellos que deseen realizar investigaciones similares, tener los conocimientos claros en esta metodología, es decir, los documentos de estandarización, reglamento o normas nacionales e internacionales, de igual forma, actualizarse mediante la formación continua asociada a la metodología BIM.

- Se sugiere hacer los metrados mediante el uso de softwares especializados de acuerdo al tipo de proyecto, se ha demostrado mediante los resultados que su estimación es más real.

- Para libre visualización de los modelos 3D realizados en la presente investigación, se recomienda entrar al link **<https://linktr.ee/LuisMonja>**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ademci, E. & Gundes, S. (2018). Review of Studies on BIM Adoption in AEC Industry. *ResearchGate*.  
[https://www.researchgate.net/profile/Ensar\\_Ademci/publication/329058494\\_Review\\_of\\_Studies\\_on\\_BIM\\_Adoption\\_in\\_AEC\\_Industry/links/5c220737299bf12be3985425/Review-of-Studies-on-BIM-Adoption-in-AEC-Industry.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ensar_Ademci/publication/329058494_Review_of_Studies_on_BIM_Adoption_in_AEC_Industry/links/5c220737299bf12be3985425/Review-of-Studies-on-BIM-Adoption-in-AEC-Industry.pdf)
- Almaeida, A. (2019, 11 de abril) BIM en el Perú. *RPP Noticias*.  
<https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692>
- AUTODESK (s.f.) *Modelado de información para la construcción*.  
<https://www.autodesk.com/mx/solutions/bim>
- BCR (2022, 31 de diciembre). *Memoria 2022*. [Archivo PDF]. BCR  
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2022/memoria-bcrp-2022.pdf>
- Biblus (2018, 30 de octubre). *BIM maturity levels in the UK: working towards BIM Level 3 for 2020*. <http://biblus.accasoftware.com/en/bim-maturity-levels-in-the-uk-working-towards-bim-level-3-for-2020/>
- BIMnd (2019, 13 de setiembre) *¿Qué tipos de software BIM existen en el mercado?*  
<https://www.bimnd.es/tipo-software-bim-en-cada-fase/>
- Boujara, A & Naamane, A. (2015). *A Brief Introduction to Building Information Modeling (BIM) and its interoperability with TRNSYS*.  
[https://www.researchgate.net/publication/316012571\\_A\\_Brief\\_Introduction\\_to\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_BIM\\_and\\_its\\_interoperability\\_with\\_TRNSYS](https://www.researchgate.net/publication/316012571_A_Brief_Introduction_to_Building_Information_Modeling_BIM_and_its_interoperability_with_TRNSYS)
- Cabello, A. (2019). *La metodología BIM en la Dirección de ejecución: aplicación en la reforma integral del colegio mayor Hernando Colón*. [Tesis de Grado Publicada – Universidad de Sevilla]. Repositorio Institucional – Universidad de Sevilla.  
<https://idus.us.es/handle/11441/101704>
- Carrizales, E. & Astocaza, S. (2023), Optimización de costos y metrados en ingeniería civil: Análisis comparativo BIM vs Procesos tradicionales en instituciones educativas. *Rev. Pakamuros*. 11(2) p.18-25.  
<https://doi.org/10.37787/k33tpc71>

- Centrum, Pontificia Universidad Católica del Perú [PUCP] (2022, Julio) *Resultados del Ranking de Competitividad Mundial 2021*. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/185975/Resultados%20del%20Ranking%20de%20Competitividad%20Mundial%2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Centrum, Pontificia Universidad Católica del Perú [PUCP] (2022, Junio 23) *Resultados del Ranking de Competitividad Mundial 2022*. <https://centrum.pucp.edu.pe/centrum-news/noticias-institucionales/resultados-ranking-competitividad-mundial-2021/>
- Chapoñan & Olano (2024). Implementación de la metodología BIM en el expediente técnico Mejoramiento del servicio educativo en la Institución Primaria N°10113 Santa Rosa-Lambayeque. (Tesis para obtener el título profesional). Repositorio UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/9245>
- Domínguez, N. y Moreno, A. (2018). *Diseño Estructural Sismorresistente de un edificio de siete niveles bajo la Metodología Bim En La Provincia De Pomabamba, Ancash, 2018*. (Tesis para obtener el título profesional – Universidad Cesar Vallejo). Repositorio UCV [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26694/Dom%c3%adnguez\\_HNR-Moreno\\_MAE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26694/Dom%c3%adnguez_HNR-Moreno_MAE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Florian, J. (2022). *Planificación y modelado bajo la metodología building information modeling del expediente técnico educativo N° 1586 del distrito de Simbal, 2022*. (Tesis de Grado publicada – Universidad Nacional de Trujillo). Repositorio Institucional – UNT. c
- Gimenez, M., Puerta, A., Álvarez, L. A., Fernández, R., & Zapater, S. (2019, 15 de agosto). *Qué es BIM o Modelado de Información de Construcción - Blog de Hiberus Tecnología. Hiberus Tecnología. Recuperado el octubre 18, 2022, de <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-bim-construccion/>*
- GROLL. (2020, 05 de Marzo) *Resolución Gerencial Regional N° 032-2020-GRL-GGR/GRI*. <https://www.regionlalibertad.gob.pe/transparencia/normatividad-regional/resoluciones-gerenciales-otras-gerencias/gerencia-regional-de-infraestructura/gerencia-regional-de-infraestructura-ano-2020/12562-rgr-n-032-2020-grll-ggr-gri/file>
- GROLL. (2021, 16 de abril). *BASES ESTÁNDAR AS OBRAS. Gobierno Regional La Libertad. Recuperado el Octubre 17, 2022, de*

<https://www.regionlalibertad.gob.pe/procesos-de-contratacion-especial-para-la-reconstruccion-con-cambios/2021/procedimiento-de-contratacion-publica-especial-n-001-2021-grll-grco/13927-3-bases-pec-01-2021-obra-nique/file>

GROLL. (2024) *Diagnostico de brechas de infraestructura y acceso a servicios públicos de competencia regional en la libertad*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6762738/74069-diagnostico-de-brechas-2026-2028-grll.pdf>

Hardin, B. & Mccool, D. (2015). *BIM and Construction Management, Proven Tools, Methods and Workflows*. (2da ed.). Canada: Wiley. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwil56TmzJ3rAhWzGLkGHTZFB70QFjAVegQICBAB&url=http%3A%2F%2Fiibimsolutions.ir%2Ffiles%2FBIM%2FEbook%2FBIM%2520and%2520Construction%2520Management-2nd%2520edition.pdf&usg=AOvVaw3X7HUBrVJJBHpcCpjZre3s>

Institute Of Technology Zigurat. (2024, aril 03). *¿Por qué fracasa la Gestión de un Proyecto de Construcción? 5 Razones*. <https://www.e-zigurat.com/es/blog/fracaso-gestion-proyectos-construccion/>

IMD & Centrum PUCP. (2022, setiembre 13). *World Competitiveness Ranking 2022 Results*. World Competitiveness Ranking. <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/>

IMD & Centrum PUCP. (2023, julio). *World Competitiveness Ranking 2022 Results*. World Competitiveness Ranking. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/194900/Resultados%20del%20Ranking%20de%20Competitividad%20Mundial%2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IPE. (2024, marzo 20). *El IPE revisa al alza su proyección sobre la economía en 2024*. Instituto Peruano de Economía. <https://www.ipe.org.pe/portal/el-ipe-revisa-al-alza-su-proyeccion-sobre-la-economia-en-2024/>

Llanos, T. & Orbegozo, C. (2023). Implementación de la metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto de construcción institución Educativo 2199-Rayito de Luz en el Porvenir, 2023. [Tesis para obtener el

- título profesional - Universidad Privada del Norte). Repositorio Institucional  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33664>
- Lobos, D. (2021) Análisis del impacto de realizar una planificación de obra utilizando metodología BIM en función a tiempo, costos y calidad. [Tesis para optar título, publicada - Universidad Mayor-Santiago de Chile]. Repositorio institucional Universidad.  
<https://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/7637>
- MEF (2019) *Decreto Supremo No 289-2019-EF. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 8 de setiembre de 2019.*  
<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-disposiciones-para-la-incorporacion-progresiva-de-b-decreto-supremo-n-289-2019-ef-1804998-2>
- MEF (2021). *Guía Nacional BIM. PLAN BIM PERÚ.*  
<https://www.mef.gob.pe/planbimperu/sobrebim.html>
- MEF (2022) *Guía General Para La Identificación, Formulación Y Evaluación De Proyectos De Inversión*  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/Metodologias\\_Generales\\_PI/GUIA\\_EX\\_ANTE\\_InviertePe.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf)
- MEF (2023), *Resolución Directoral N.º 0005-2023-EF/63.01.*  
<https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/4200319-0005-2023-ef-63-01>
- MEF (2023, marzo) *Guía Nacional BIM Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM Versión 2023.* Recuperado de  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4333290/Guía%20Nacional%20BIM%20-%20Gestión%20de%20la%20información%20para%20inversiones%20desarrolladas%20con%20BIM.pdf?v=1680013516>
- Peñaranda, C. (2019, 21 de octubre). CCL: sector construcción crecería 4,1% en el 2019 y 6,5% en el 2020. *El Comercio Perú.*  
<https://elcomercio.pe/economia/ccl-sector-construccion-creceria-41-en-el-2019-y-65-en-el-2020-noticia/>
- Perea R. (2020, 01 de Setiembre) *Conceptos básicos de BIM.* <https://ingenieros-civiles.es/actualidad/actualidad/1/750/conceptos-basicos-de-bim>

- Perez, H. & Herrera, R. (2023) Incidencia del costo y tiempo aplicando metodología BIM; caso de estudio, Institución Educativa 14641 Buenos Aires-Piura, 2023. [Tesis de título publicada] Repositorio institucional digital Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/712>
- Quesquén, D. (2021) Evaluación de la Rentabilidad, aplicando tecnología BIM en el proyecto inmobiliario villa silvestre, campiña moche, Trujillo – 2021. [Tesis de Grado publicada – Universidad Cesar Vallejo] Repositorio institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76221>
- Rivas, P. y Umbo, J. (2022). *Aplicación de la Metodología BIM en la Etapa de Proyecto de la Institución Educativa María Victoria de Parachique, Sechura, Piura*. (Tesis para obtener el título profesional). Repositorio UCV <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100271>
- Rodriguez, H. (2022, Agosto 11). *Trujillo: Advierten que reconstrucción de colegio Ramiro Ñique en Moche está fuera de plazo*. *La República*. <https://larepublica.pe/sociedad/2022/08/11/trujillo-advierten-que-reconstruccion-de-colegio-ramiro-nique-en-moche-esta-fuera-de-plazo-lrnd/>
- Soto, C. (2020). *Liderazgo Digital en la Industria de la Construcción*. <https://planbim.cl/primer-sesion-de-tardes-de-bim-liderazgo-digital-en-la-industria-de-la-construccion/>
- Standards *UK BIM Framework*. (n.d.). UK BIM Framework. Retrieved September 13, 2022, from <https://www.ukbimframework.org/standards/>
- SUMA (2017, agosto 13) *Proyecto BIM: Edificio Multifamiliar Alma*. <https://www.suma.pe/2017/08/10/proyecto-bim-multifamiliar-alma/>
- UK BIM Framework. (2021). *UK BIM Framework Guidance*. Notion. Recuperado el 13 de Septiembre del 2022, de <https://ukbimframeworkguidance.notion.site/UK-BIM-Framework-Guidance-20a045d01cfb42fea2fef35a7b988dbc>
- 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 Bachiller). <https://1library.co/document/q05o52ly-implementacion-tecnologias-procesos-diseno-proyectos-empresa-consultora-ingenieros.html>
- Zapata, M. (2021), Metodología de medición de avance en modelos de proyectos de edificación realizados con metodología BIM. [Tesis de título - Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/182527>

## ANEXOS

### Anexo 1: Panel Fotográfico

Fotografía 01



Descripción:

a) Proceso constructivo de la IE RAÑE.

b) Modelo Federado del proyecto

Fotografía 02



**Descripción**

Los tesisistas en compañía del ingeniero residente Alfredo García Cerna, el director y docentes de la institución y el ex congresista Ing. Carlos Enrique Alva Rojas en la labor de supervisión.

Fotografía 03



**Descripción**

Los tesisistas en compañía del ingeniero residente Alfredo García Cerna, quien se encontraba exponiendo al ex congresista, la mala ejecución técnica del expediente técnico, al no contemplarse costos en los presupuestos dados por metrados no previstos.

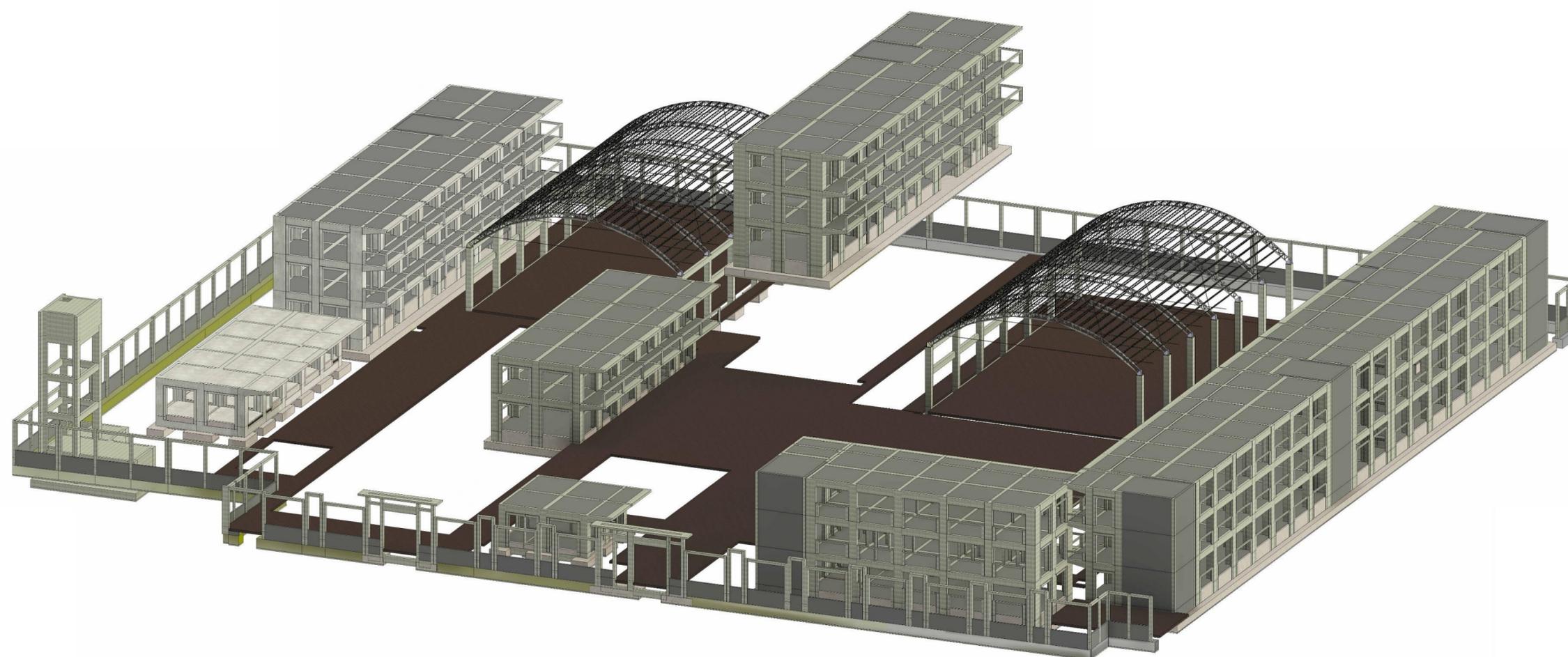
*Fotografía 04*



*Descripción*

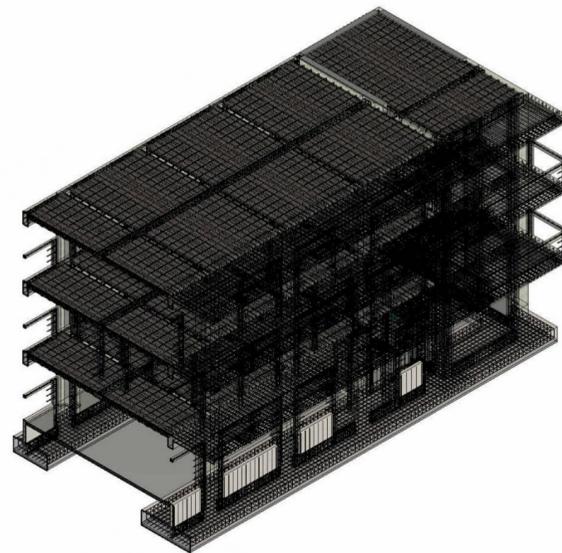
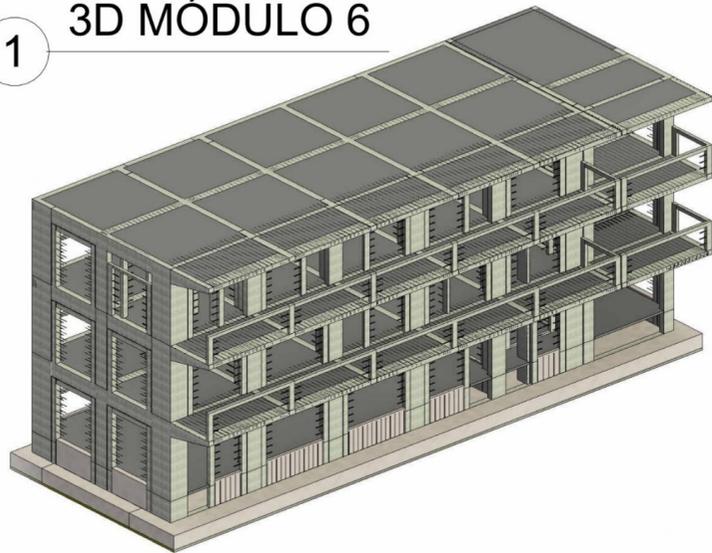
*Los tesistas en compañía del ingeniero residente Alfredo García Cerna, el director y docentes de la institución y el congresista Ing. Carlos Enrique Alva Rojas en la labor de supervisión.*

**Anexo 2**  
**Planos BIM: Modelos 3D**

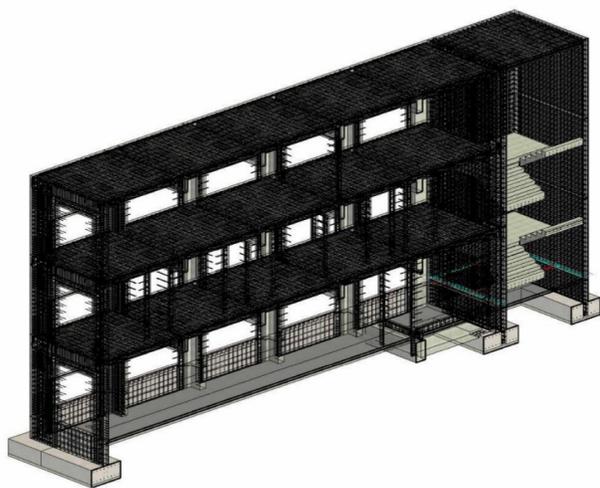


Modelo 3D General de Estructuras

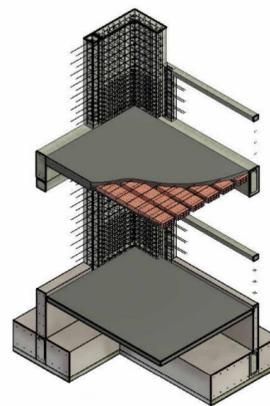
1 3D MÓDULO 6



3 3D CORTE B



2 3D CORTE A



4 DETALLES DE ARMADURA



**UPAO**

UNIVERSIDAD PRIVADA  
ANTENOR ORREGO

**TESIS PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

Implementación de BIM en el  
proyecto recuperación de  
infraestructura de la Institución  
Educativa Ramiro Aurelio Ñique  
Espíritu, Moche, La Libertad

Número del Proyecto: 2474048

Fecha: Oct. - 2024

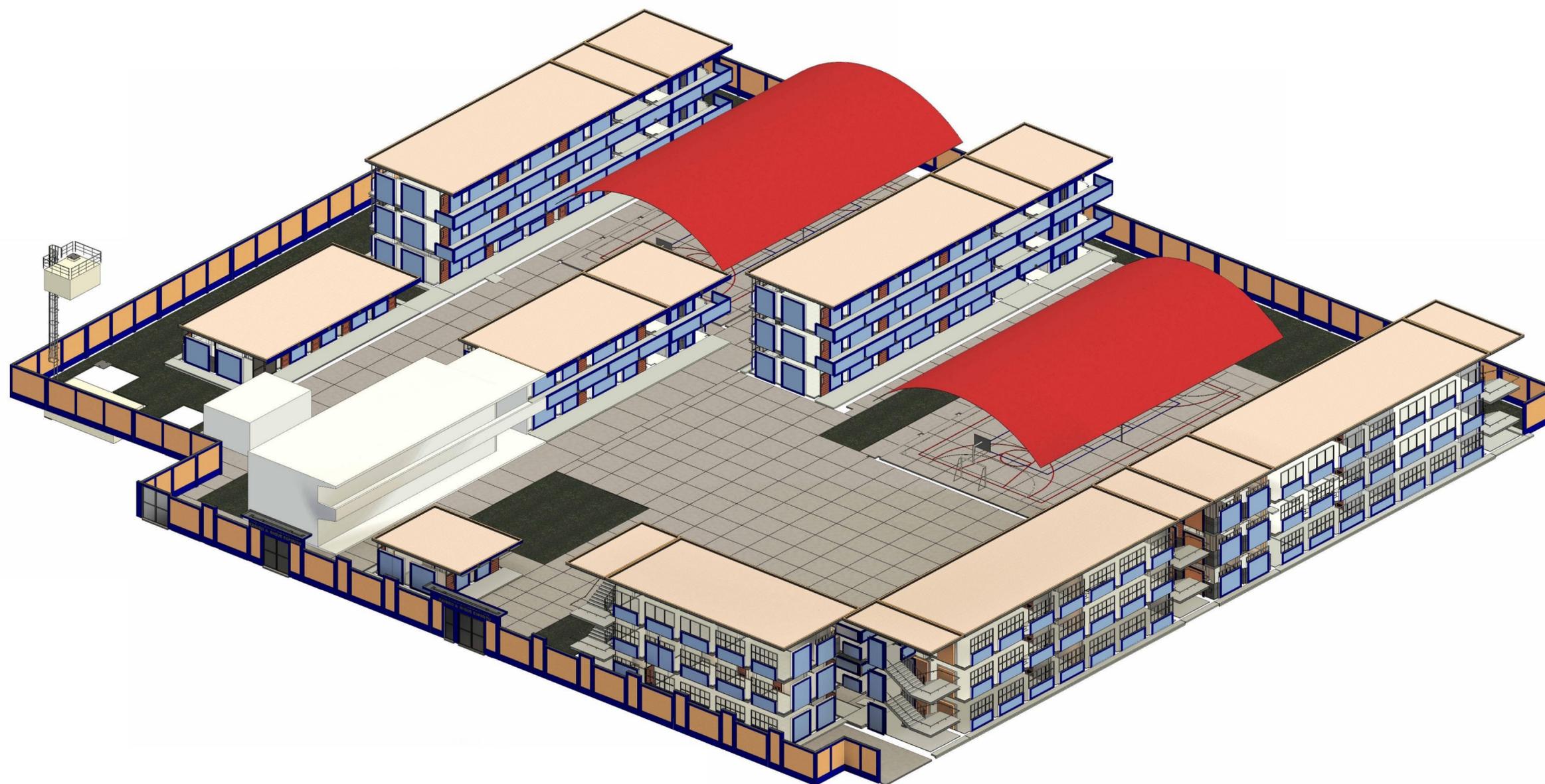
Autores:  
Asmad De la Rosa Lucero Alessandra  
Monja Ruiz Luis Ángel

Asesor:  
Dr. López Carranza, Atilio  
Rubén

Co-Asesor:  
Ms. Monja Ruiz, Pedro  
Emilio

**EST - 02**

Escala



1

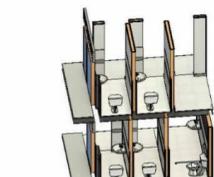
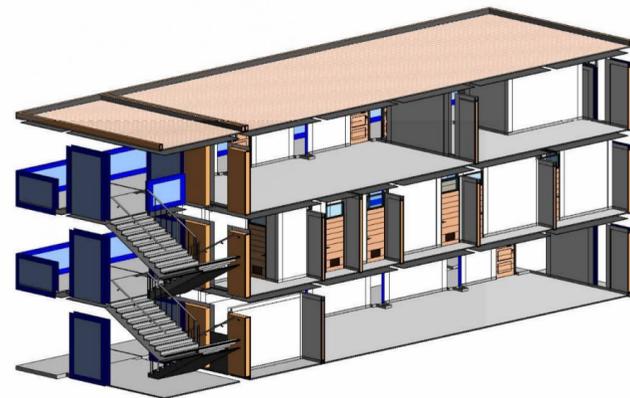
Modelo 3D General de Arquitectura

1 3D MODULO 06  
A101

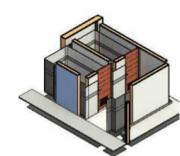


2 3D CORTE A  
A101

3 3D CORTE B  
A101



4 3D SSHH 1er y 2do  
A101



5 3D SSHH 3er  
A101



**UPAO**

UNIVERSIDAD PRIVADA  
ANTENOR ORREGO

**TESIS PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

Implementación de BIM en el  
proyecto recuperación de  
infraestructura de la Institución  
Educativa Ramiro Aurelio Ñique  
Espíritu, Moche, La Libertad

Número del Proyecto: 2474048

Fecha: Oct. - 2024

Autores:  
Asmad De la Rosa Lucero Alessandra  
Monja Ruiz Luis Ángel

Asesor:  
Dr. López Carranza, Atilio  
Rubén

Co-Asesor:  
Ms. Monja Ruiz, Pedro  
Emilio

**ARQ - 03**

Escala



UNIVERSIDAD PRIVADA  
ANTENOR ORREGO

TESIS PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL

Implementación  
de BIM en el  
proyecto  
recuperación de  
infraestructura  
de la Institución  
Educativa  
Ramiro Aurelio  
Ñique Espiritu,  
Moche, La  
Libertad

Instalaciones  
Sanitarias

Modelo 3D  
Agua Fría

Número de proyecto 2474048

Fecha Oct-2024

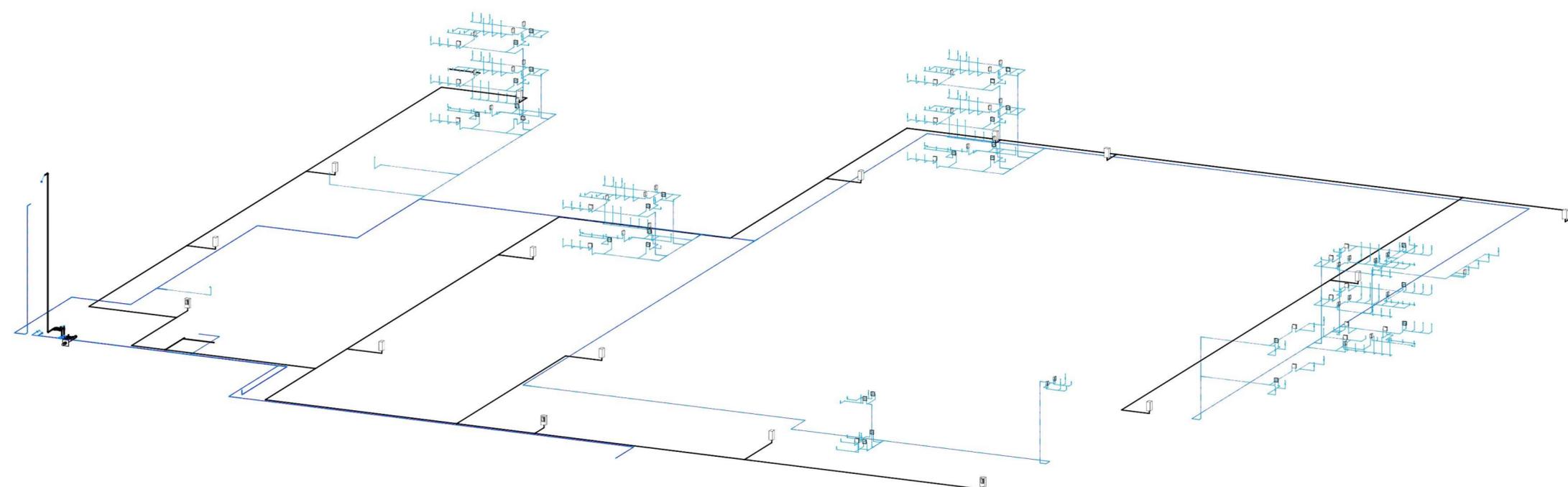
Autores:  
Asmad de La Rosa,  
Lucero Alessandra  
Monja Ruiz, Luis Angel

Asesor:  
Dr. López Carranza, Atilio  
Rubén

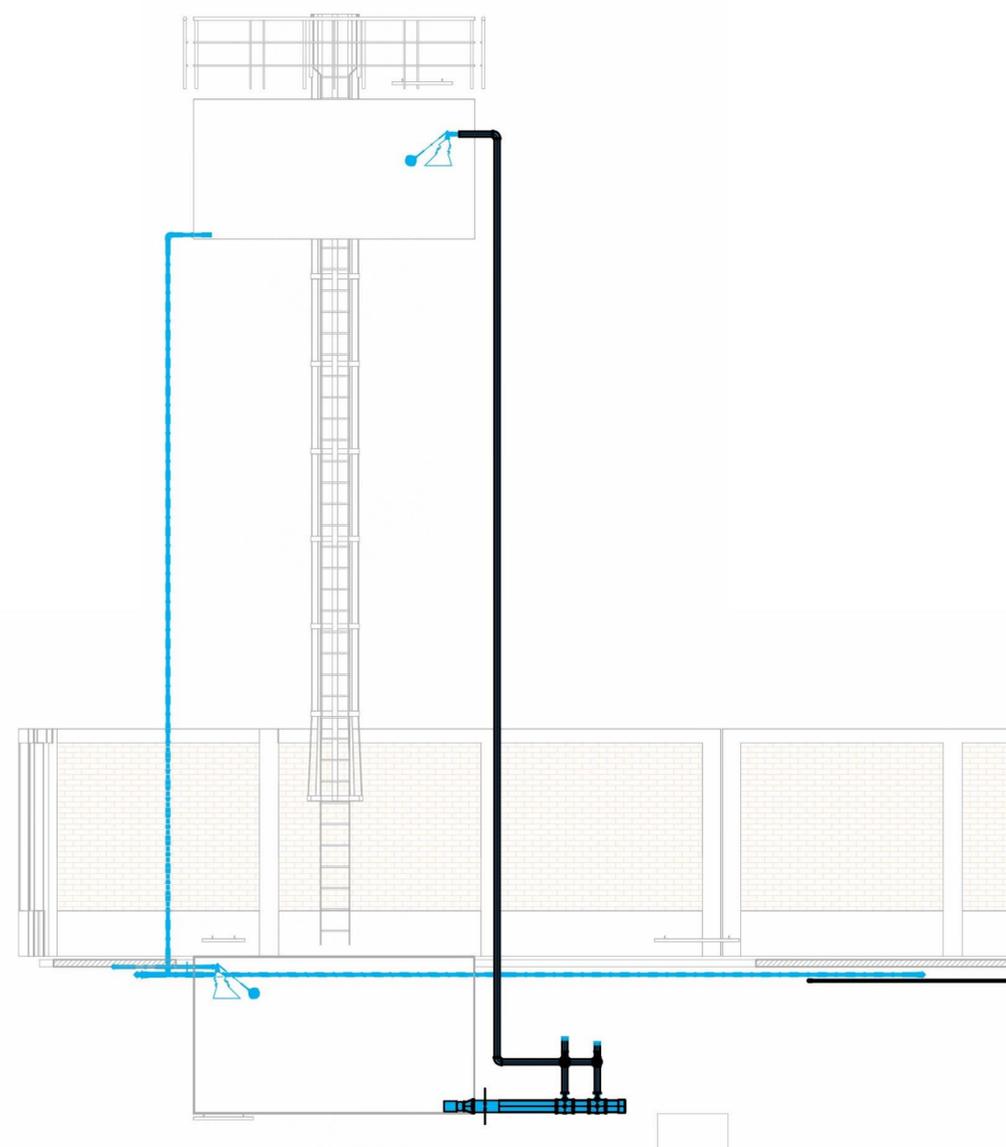
Co-Asesor:  
Ms. Monja Ruiz, Pedro  
Emilio

IISA-01

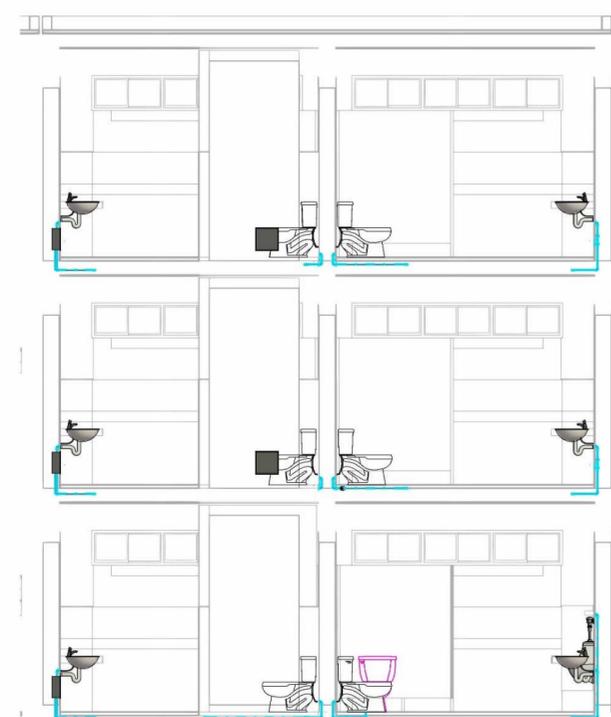
Escala



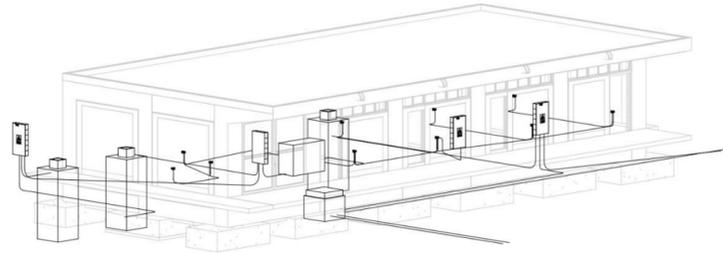
1 Modelo 3D IISA - Agua Fria



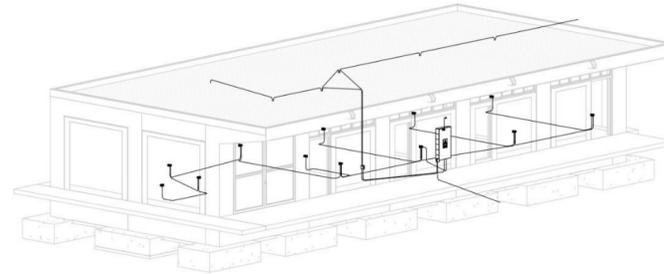
1 Cisterna y Tanque Elevado  
1 : 50



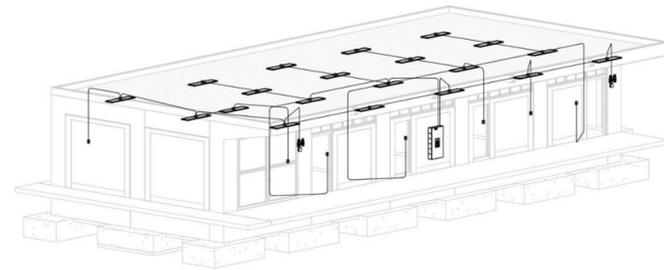
2 SS.HH. Tipicos  
1 : 50



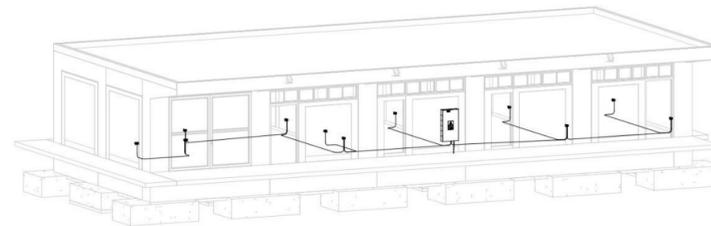
1 ALIMENTADORES



2 COMUNICACIONES



3 LUMINARIAS



4 TOMACORRIENTES



**UPAO**

UNIVERSIDAD PRIVADA  
ANTEÑOR ORREGO

**TESIS PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

Implementación de BIM en el  
proyecto recuperación de  
infraestructura de la Institución  
Educativa Ramiro Aurelio Ñique  
Espíritu, Moche, La Libertad

Número del Proyecto: 2474048

Fecha: Oct. - 2024

Autores:  
Asmad De la Rosa Lucero Alessandra  
Monja Ruiz Luis Ángel

Asesor:  
Dr. López Carranza, Atilio  
Rubén

Co-Asesor:  
Ms. Monja Ruiz, Pedro  
Emilio

**IIEE - 03**

Escala