

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Propuesta de implementación de un proceso integral del  
diseño de una infraestructura educativa utilizando la  
metodología BIM**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Kendy Eduardo Diaz Varas  
Jonathan Justiniano Diaz Varas  
Marcelo Antonio García Curisinche

**Asesor:**

Ing. Ferrer Canaza Rojas

Lima, agosto de 2024

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Ferrer Canaza Rojas, docente de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Arquitectura & Ingeniería, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Propuesta de implementación de un proceso integral del diseño de una infraestructura educativa utilizando la metodología BIM”** de los autores Kendy Eduardo Diaz Varas, Jonathan Justiniano Diaz Varas y Marcelo Antonio García Curisinche tiene un índice de similitud de 6.0 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima a los 15 días del mes de agosto del año 2024.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ferrer Canaza Rojas', with a circular mark around the first part of the name.

Ing. Ferrer Canaza Roja

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Lima, Naña, Villa Unión, a los 02 día(s) del mes de agosto del año 2024, siendo las 09:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Fiorella Maira Zapana Antesana, el (la) secretario(a): Ing. David Díaz Garamendi y los demás miembros: Mg. Armin Quintana Sánchez y el (la) asesor(a) Ing. Ferrer Canaza Rojas

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Propuesta de implementación de un proceso integral del diseño de una infraestructura educativa utilizando la metodología BIM"

del(los) bachiller(es): a) Marcelo Antonio Garcia Curisinche  
 b) Kendy Eduardo Diaz Varas  
 c) Jonathan Justiniano Diaz Varas

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Civil

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Marcelo Antonio Garcia Curisinche

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	1f	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller (b): Kendy Eduardo Diaz Varas

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

Bachiller (c): Jonathan Justiniano Diaz Varas

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

(\*) Ver parte posterior  
 Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
 Presidente/a

\_\_\_\_\_  
 Asesor/a

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (c)

Secretaría

\* Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

## **INDICE**

1. INTRODUCCION
2. METODOLOGIA
  - 2.1. CASO DE ESTUDIO
  - 2.2. FLUJOGRAMA DE LA METODOLOGÍA IMPLEMENTADA
3. RESULTADOS
  - 3.1. FORMACIÓN DE EQUIPOS Y OBJETIVOS BIM
  - 3.2. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN PLAN DE EJECUCIÓN BIM (BEP)
  - 3.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN
  - 3.4. CREACIÓN DE PLANOS CAD Y MODELOS LOD 300
  - 3.5. GENERACIÓN DE MODELO FEDERADO Y DETECCIÓN DE CONFLICTOS
  - 3.6. METRADO Y PRESUPUESTO
  - 3.7. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS
  - 3.8. EVALUACIÓN DE TIEMPO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM (BEP)
4. CONCLUSIONES
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.
6. ANEXOS
  - 6.1. EVIDENCIA DE SUMISION DEL ARTICULO EN UNA REVISTA DE PRESTIGIO
  - 6.2. COPIA DE LA RESOLUCIÓN DE INSCRIPCIÓN DEL PERFIL DE PROYECTO DE TESIS EN FORMATO ARTÍCULO APROBADO POR EL CONSEJO DE FACULTAD CORRESPONDIENTE
  - 6.3. COPIA CARTA DE APROBACION DE COMITÉ DE ETICA

# **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO INTEGRAL DEL DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM.**

PRESENTADO: abril 2024

REVISADO: mayo 2024

PUBLICADO: junio 2024

*Bach. Diaz Varas Kendy Eduardo*

*Bach. Diaz Varas Jonathan Justiniano*

*Bach. García Curisinche Marcelo Antonio*

*Asesor: Ing. Ingeniero Ferrer Canaza Rojas*

Universidad Peruana Unión (UPeU).

**Objetivo:** Proponer la implementación de un proceso de diseño integral para una infraestructura educativa utilizando la metodología BIM. Definir y detallar los elementos fundamentales que debe contener un plan de ejecución BIM (BIM Execution Plan-BEP).

**Diseño / metodología / enfoque:** El diseño tendrá un detalle intermedio BIM LOD 300 en Revit®. La metodología para el plan comprenderá la revisión de normativa y de las partidas del proyecto detalladas en el expediente técnico, el modelado inicial en Revit® y la culminación del modelo federado, la presentación de gráficas renderizadas, la estimación de cantidades de metrado y la evaluación comparativa en la etapa de diseño de modelado con Revit-BIM versus su elaboración en CAD. El enfoque comprenderá cualitativa y cuantitativamente los pormenores del modelado.

**Resultados:** Se busca promover la metodología de diseño integral a través de la implementación de un Plan de Ejecución BIM (BEP) que recopila información del expediente técnico y datos de levantamiento en campo del proyecto de infraestructura educativa. Se sugiere una mejora en los tiempos de modelado previos al inicio de la obra.

**Limitaciones / implicaciones de la investigación:** Se dispone de licencias educativas para los programas de modelado, lo que restringe ciertas funcionalidades y opciones de personalización. Aunque los resultados de la investigación podrían estar influenciados por las particularidades y exigencias específicas del proyecto de mejora escolar, se anticipa que los hallazgos y recomendaciones proporcionados serán un punto de partida valioso para futuros estudios y proyectos en este campo.

**Palabras clave:** BIM, BEP, Revit, LOD, Navisworks, modelo federado, diseño integral.

PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A COMPREHENSIVE PROCESS FOR THE DESIGN OF AN EDUCATIONAL INFRASTRUCTURE USING THE BIM METHODOLOGY.

**Objective:** To propose the implementation of a comprehensive design process for an educational infrastructure using the BIM methodology. Define and detail the fundamental elements that a BIM Execution Plan (BEP) must contain.

**Design / methodology / approach:** The design will have an intermediate detail BIM LOD 300 in Revit®. The methodology for the plan will include the review of regulations and project items detailed in the technical file, the initial modeling in Revit® and the completion of the federated model, the presentation of rendered graphs, the estimation of measurement quantities and the comparative evaluation in the design stage of modeling with Revit-BIM versus its elaboration in CAD. The approach will qualitatively and quantitatively understand the details of modeling.

**Results:** The aim is to promote the comprehensive design methodology through the implementation of a BIM Execution Plan (BEP) that compiles information from the technical file and field survey data of the educational infrastructure project. An improvement in the modeling times prior to the start of the work is suggested.

**Limitations/Implications of the research:** Educational licenses are available for modeling programs, restricting certain functionality and customization options. Although the results of the research could be influenced by the particularities and specific demands of the school improvement project, it is anticipated that the findings and recommendations provided will be a valuable starting point for future studies and projects in this field.

**Keywords:** BIM, BEP, Revit, LOD, Navisworks, federated model, integral design.

## 1. INTRODUCCIÓN

La demanda de atención especial en los proyectos de edificaciones en Perú está en aumento, ya que los clientes están generando mayores expectativas. Según el más reciente Informe de Coyuntura Inmobiliaria (Incoin) de Tinsa, empresa de tasaciones inmobiliarias en Lima, Perú, casi la mitad de los proyectos inmobiliarios en curso tienen entre 6 y 10 pisos, mientras que un porcentaje significativamente menor, solo el 20.9%, se encuentra en la gama de 1 a 5 pisos. Además, el 18.9% de los proyectos tiene entre 16 y 20 pisos. Los datos indican un aumento en la construcción de edificaciones multifamiliares complejas en Lima presentándose desafíos para las empresas constructoras en términos de diseño y ejecución. (Chávez & Calderón, 2023).

Por otro lado, juntamente con las edificaciones de crecimiento vertical, coexisten construcciones que presentan una complejidad, pero también horizontalmente, como lo son los hospitales y colegios. Estos últimos, en particular, consisten en grandes áreas de pabellones construidos con el sistema de pórticos de concreto y albañilería confinada, donde, además, es de crucial importancia verificar las interferencias presentes por el cruce de instalaciones sanitarias y eléctricas. El diseño de estas infraestructuras es notable, ya que deben cumplir rigurosamente con la Normativa E.030 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú. Esta normativa destaca la importancia de su funcionamiento durante eventos sísmicos, clasificándolas como edificaciones esenciales de categoría A2. Esto las convierte en infraestructuras críticas que no pueden interrumpir su operación. (Enríquez, 2022)

En ese contexto, se están adoptando soluciones como la metodología BIM y el sistema Last Planner, a nivel nacional, con la finalidad de mejorar la eficiencia y precisión en la planificación y ejecución de proyectos. La generación de modelos de información BIM con el software Autodesk® Revit® y sus herramientas de diseño para elementos MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) representa un pilar fundamental en este proceso. Estos modelos no solo facilitan la visualización y comprensión del proyecto, sino que también sirven como una herramienta invaluable para la toma de decisiones informadas en todas las etapas del ciclo de vida del edificio. Complementariamente, la coordinación y detección de interferencias se optimiza mediante la generación de un Modelo Federado utilizando el software Autodesk® Navisworks®. Esta plataforma integrada permite la colaboración entre equipos multidisciplinarios, la identificación temprana de conflictos, gestión de cambios y versiones, y la resolución proactiva de problemas, lo que contribuye significativamente a la eficiencia y la calidad del diseño. (Córdova, 2023)

La implementación de un proceso de diseño integral basado en la metodología BIM representa un enfoque innovador y altamente efectivo para la planificación, diseño y gestión de infraestructuras educativas. Desde la definición de un Plan de Ejecución BIM (BEP-BIM Execution Plan) hasta la automatización de procesos y la generación de modelos detallados, cada paso contribuye a mejorar la eficiencia, la precisión y la calidad del proyecto final. (Espinoza, 2024)

## **2. METODOLOGÍA**

Durante el proceso de diseño, en la implementación del BEP (BIM Execution Plan), se consideró el uso softwares como: Microsoft Excel® (hoja de cálculo), Autodesk® Civil 3D® (topografía), Google Drive (diseño colaborativo asistido por computadora en nube ECD) Autodesk® Revit® (modelos de información de construcción), Autodesk® Navisworks® (coordinación multidisciplinaria y detección de interferencias) y Arquímedes-©CYPE Ingenieros (presupuestos).

Asimismo, se consideró para el modelo de condiciones existentes un nivel de desarrollo (Level of Development) BIM LOD 100, que se refiere a un modelo geométrico básico simplificado de elementos del proyecto (Topografía). Posteriormente, después de compatibilizar el diseño estructural e instalaciones se llegó hacia un modelo BIM LOD 300, de desarrollo medio detallado, que es un modelo donde se pueden obtener mediciones suficientes sin la necesidad de recurrir a otras fuentes pudiéndose especificar tipo de materiales, grosor, altura, posición adecuada respecto a otros elementos y demás detalles constructivos. (Renard & Olmos, 2022)

## 2.1. CASO DE ESTUDIO

La investigación se aplicó al proyecto nacional "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL INICIAL DE LA I.E.304, DISTRITO DE CALLAYUC DE LA PROVINCIA DE CUTERVO DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA" (C.U.I. N°2587833), ubicado a 1558 msnm en la localidad del centro poblado Callayuc, provincia de Cutervo, Cajamarca-Perú. El cual contó con un expediente de proyecto realizado por métodos tradicionales de diseño (CAD) y programación.

### Características generales del proyecto

La institución de educación está inscrita en el *Programa Nacional de Alimentación Escolar - Qali Warma*, por la cual, se requirió la incorporación de zonas específicas dedicadas a la elaboración y entrega de comidas para los niños. Considerando una capacidad de atención para un rango de 31 a 100 alumnos, se tuvo las siguientes características del proyecto y áreas para cada espacio:

Información general del proyecto	
Contratista	CONSORCIO NORTENO
Sistema de contratación	Suma Alzada
Monto Contratado	S/ 1 259 854.50 (Incluido impuestos)
Plazo de ejecución	120 días
Componentes del proyecto (áreas)	Aulas: 322.58 m <sup>2</sup>
	Cocina: 9.55 m <sup>2</sup>
	Despensa: 6.18 m <sup>2</sup>

Tabla 1. Información general del proyecto. Fuente: Expediente técnico proporcionado por los encargados del proyecto.

## 2.2. FLUJOGRAMA DE LA METODOLOGÍA IMPLEMENTADA

Con base en el análisis del estado del arte y en la teoría disponible, LA INVESTIGACION SE REALIZO CON EL SIGUIENTE diagrama de flujo.

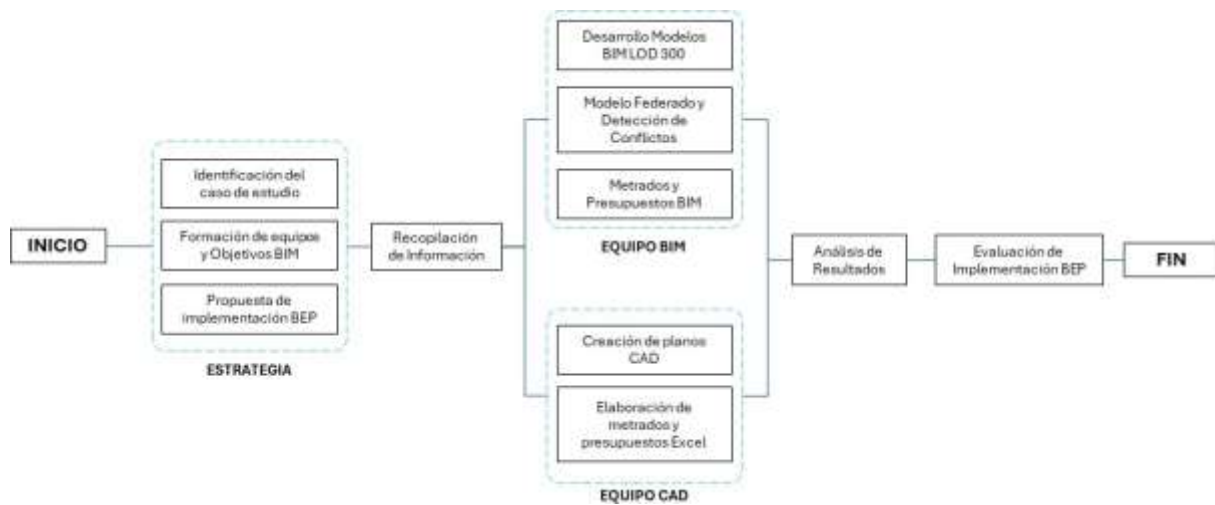


Figura 1. Flujograma para aplicación de metodología BIM en proyecto de obra.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. FORMACIÓN DE EQUIPOS Y OBJETIVOS BIM

Se formaron 2 equipos de trabajo. El primero, Equipo CAD, conformado por 2 ingenieros civiles que trabajaron utilizando los métodos tradicionales. Mientras que, el segundo, Equipo BIM, conformado por 2 ingenieros civiles, realizó la digitalización del Caso de Estudio mediante Software BIM. Además, para este último equipo se definieron Objetivos y usos BIM en función a los objetivos de la investigación.

Objetivos y Usos BIM	
1.	Levantamiento de condiciones existentes
2.	Elaboración de documentación
3.	Visualización 3D
4.	Coordinación de la información
5.	Estimación de cantidades y costos
6.	Revisión de diseño
7.	Detección de interferencias e incompatibilidades.

Tabla 2. Objetivos y Usos BIM

#### 3.2. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN PLAN DE EJECUCIÓN BIM (BEP)

Para desarrollar un Plan de Ejecución BIM (BEP), se identificaron los hitos clave para el correcto desarrollo de modelamiento integral. Por ende, se clasifico cada etapa en actividades específicas, de manera tal, que se dividan en tres fases: etapa documental (normativa y expediente técnico), etapa de diseño (modelamiento federado) y una etapa de estimación de metrados, costos y programación (propuesta técnica optimizada).

## Técnicas, herramientas de recolección y análisis de datos

En esta fase inicial, se establecen los pilares esenciales para la exitosa aplicación de la metodología BIM en proyectos educativos. El proceso se inicia con la evaluación de la Normativa, donde se profundiza en la norma internacional ISO 19650, la cual orienta la gestión de información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Esta norma se erige como el fundamento para garantizar la coherencia y la calidad en la implementación de BIM. (Castro & Salatino, 2016). Durante la etapa de "Revisión del Expediente Técnico", se recurre a herramientas como AutoCAD® y Microsoft® Office® para analizar de manera minuciosa los estudios básicos, diseños detallados, planos y especificaciones técnicas. Dentro de los registros se incluyen las fichas resumen, las cuales permiten extraer los aspectos más relevantes de la información recopilada en este proceso, facilitando así la conexión de ideas. Estas herramientas digitales posibilitan una revisión exhaustiva y una comprensión completa de la base técnica existente.

### 3.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Un entorno común de datos, como Microsoft OneDrive, es una plataforma en línea que permite a múltiples usuarios acceder, compartir y colaborar en documentos, archivos y proyectos en tiempo real desde cualquier lugar con conexión a internet. Entre las principales funciones tenemos: la creación de un espacio común, la configuración de permisos (lectura y edición), subida de documentos, colaboración en tiempo real versionado de documentos, organización y gestión, seguridad y privacidad.

Contenido de ECD

00. Archivos generales
01. Expediente técnico
02. Modelos BIM
03. Metrados BIM
04. Planos BIM
05. Animación BIM
06. Interferencias BIM
07. Federados BIM
08. Informes BIM
09. Resultados Comparación
10. Anexos

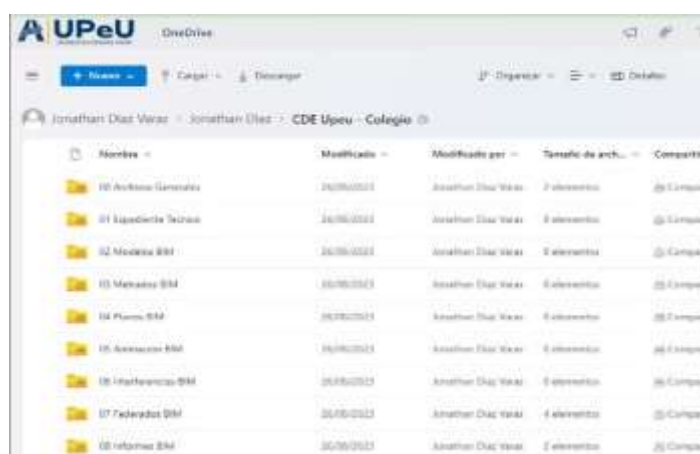


Figura 2. Entorno común de datos para el manejo de expediente del proyecto CAD/BIM.

## Reconocimiento inicial del terreno

Para el alcance de este artículo, los espacios mencionados necesitan modelar elementos correspondientes a las partidas más influyentes, como topografía, albañilería confinada, concreto armado, concreto simple y coberturas. En la visita a obra realizada por el autor el día fecha 9 de febrero, se hicieron levantamientos topográficos con equipo drone para sfotogrametría, con la finalidad de determinar las áreas de corte y relleno. Se contó con las siguientes especificaciones de equipo:

Especificaciones del Drone	
Modelo/Marca	DJI MINI 3 PRO
Resolución Fotografía / Video	48 Megapíxeles / 4k a 60fps
Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)	GPS + Galileo + BeiDou
Alcance de medición de precisión	0.15-9m
Velocidad de detección efectiva	<3m/s

Tabla 2. Características principales del Drone para fotogrametría. Fuente: [www.dji.com](http://www.dji.com).

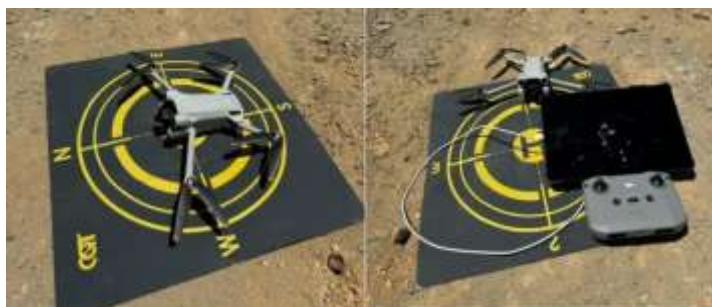


Figura 3. Drone, interfaz, mando y base de partida en zona de levantamiento.

## Plan de vuelo automatizado

Para la planificación de vuelo se utilizó *Dronelink* una plataforma de planificación de vuelos y control de drones que ofrece características avanzadas para realizar misiones de manera eficiente y precisa. En este caso, el tiempo tomado fue de 11:30min, recorriendo una distancia de 3.4 kilómetros a una altitud de 90 metros, tomándose unas 115 fotografías superpuestas de manera frontal en 75% y lateral en 70% (se recomienda una superposición del 60-80% en la dirección de vuelo y del 70-90% en la dirección lateral). La interfaz muestra el recorrido mediante líneas de color celeste e indicadores puntuales de partida y aterrizaje.

El procesamiento del vuelo fotogramétrico se realizó con ayuda del software Agisoft Metashape, siguiendo el procedimiento recomendado por el proveedor del software, orientando fotos aéreas con los Puntos de Control Topográficos, la generación de nube densa de puntos y finalmente el Modelo Digital de Terreno.

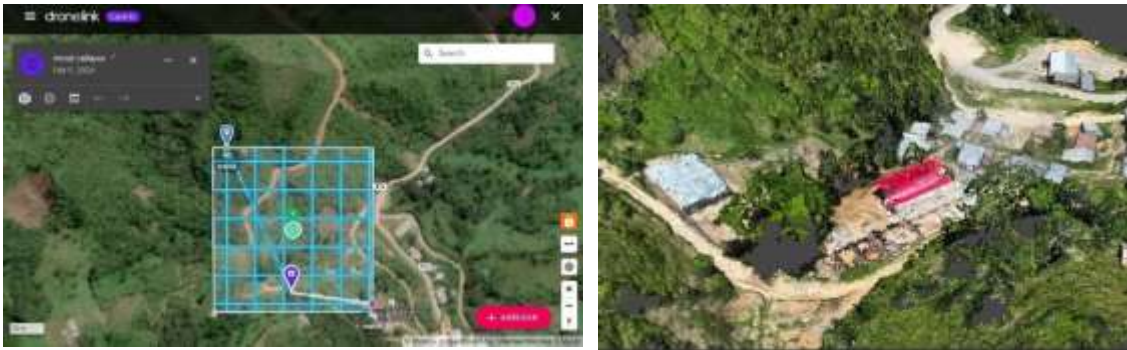


Figura 4. Plan de vuelo en forma de grilla para la zona de interés. Obtenido de *Dronelink* (Izquierda). Modelo de Nube de puntos del proyecto de infraestructura escolar (Derecha).

Con lo obtenido anterior, mediante la aplicación de Civil 3D®, se pudo contrastar la topografía inicial del expediente técnico versus la topografía obtenida por *drone*, con lo cual, se obtuvo el resultado de volumen de corte de  $132.833 \text{ m}^3$ , percibiendo así el volumen ocupado por la construcción.

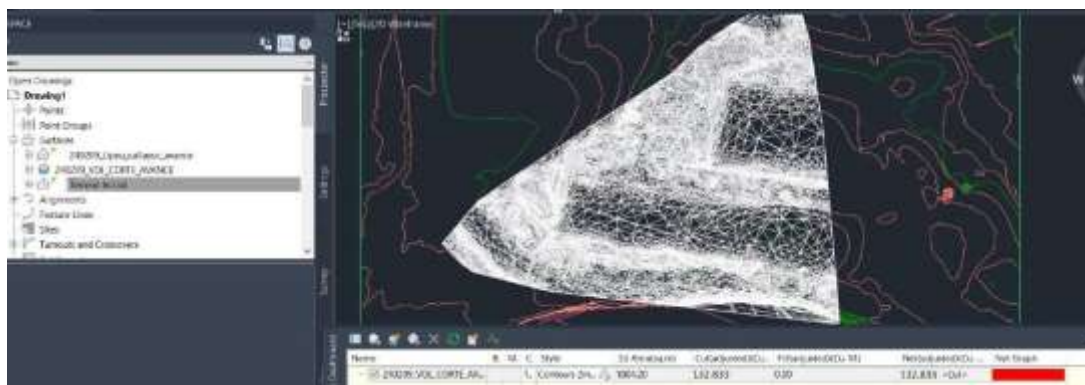


Figura 5. Superposición de volúmenes topográficos del proyecto versus obtenidos por *drone*.

### 3.4. CREACIÓN DE PLANOS CAD Y MODELOS LOD 300

Siendo la metodología BIM un componente esencial en la digitalización de proyectos técnicos, es crucial avanzar en la investigación para implementar un plan de ejecución. (Compadre, 2018). Esta etapa se enfoca en la aplicación efectiva de la metodología BIM en el proceso de diseño. En las etapas de "Desarrollo de Modelos", se determina el uso de

software como Revit® 2024. En esta primera etapa se emplearon AutoCAD® y Revit® 2024 para crear planos de diseño y detalles, para el equipo CAD y BIM respectivamente.

Aplicando Revit® 2024 se desarrollaron los modelos de forma independiente, considerando la tipología y disciplina a la que pertenecían, se obtuvieron los siguientes modelos:

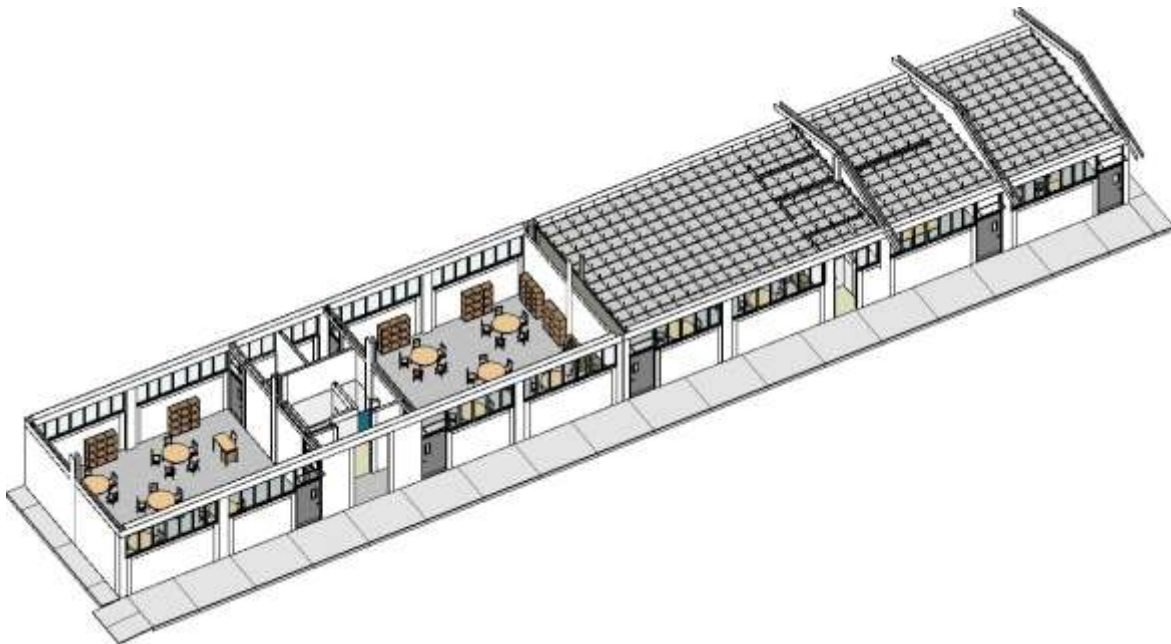


Figura 6. Modelos de la disciplina de arquitectura con código "2024-JKM-XX-ZZ-3D-AR-000001.rvt"

### **3.5. GENERACIÓN DE MODELO FEDERADO Y DETECCIÓN DE CONFLICTOS**

En el contexto de la integración de disciplinas en el modelo BIM, se implementaron soluciones como la metodología BIM y el sistema Last Planner, con el objetivo de mejorar la eficiencia y precisión en la planificación y ejecución de proyectos. La generación de modelos de información BIM con el software Autodesk® Revit® y sus herramientas de diseño para elementos MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) se destacó como un pilar fundamental en este proceso.

Estos modelos facilitaron la visualización y comprensión del proyecto, además sirvieron como una herramienta invaluable para la toma de decisiones informadas en todas las etapas del ciclo de vida del edificio. También, se optimizó la coordinación y detección de interferencias mediante la generación de un Modelo Federado utilizando el software Autodesk® Navisworks®.



Figura 7. Modelo federado en Revit® para exportación al aplicativo Navisworks®

### Detección de conflictos

Para el reporte de interferencias se utilizó el software Navisworks Manage 2024. Se importaron todos los modelos de las disciplinas involucradas (arquitectura, estructura, instalaciones, etc.) y se ejecutó la detección de colisiones utilizando el Clash Detective. El software realizó las interferencias entre los elementos y permitió generar un informe con imágenes, ubicación y descripción de estas, facilitando así su comunicación con el equipo de proyecto y la adopción de medidas correctivas.

La solución de errores de interferencias implicaba identificar áreas conflictivas, ajustar elementos del modelo en el software correspondiente y verificar las soluciones mediante una doble iteración del "Clash Detective". La comunicación continua con el equipo y las revisiones periódicas del modelo fueron clave para abordar nuevas interferencias durante el proceso de diseño. Además, mantener un registro de las acciones tomadas para solucionar las interferencias, incluyendo capturas de pantalla antes y después de los ajustes, así como cualquier otra información relevante, fueron de mucha utilidad para un mejor orden de datos.



Figura 7. Modelo federado en Revit® para exportación al aplicativo Navisworks®

Al finalizar, se logró un modelo federado completo, listo para una gestión integral del modelo dentro de sus limitaciones de detalle, a continuación, mostramos el modelo final.



Figura 8. Navegación en interiores del modelo en Autodesk® Revit®.

### 3.6. METRADO Y PRESUPUESTO

La ejecución de los metrados es más extensa y, en consecuencia, implica un costo mayor en las partidas desarrolladas por el equipo de modeladores BIM, con S/ 259,824.70 ejecutados, en comparación con los S/ 229,665.64 del diseño realizado por el equipo de cadistas. Los costos unitarios se extrajeron del expediente técnico del proyecto.

Es importante resaltar que el avance y la precisión en la detección de metrados fueron notablemente superiores en todos los componentes, clasificados por tipos de partidas, del modelado BIM.

<b>Componentes de partidas</b>	<b>Metrado ejecutado por Cadistas</b>	<b>Metrado ejecutado por modeladores BIM</b>
Concreto	427.63 m3	450.55 m3
Muros y Tabiquería de Albañilería	354.67 m2	389.28 m2
Coberturas	364.41 m2	819.65 m2

Tabla 3. Cantidad de metrado desarrollado BIM vs CAD.

Por consiguiente, se obtiene un mayor presupuesto plasmado en documento de diseño.

<b>Presupuesto ejecutado por Cadistas</b>	<b>Presupuesto ejecutado por modeladores BIM</b>
S/. 229,665.64	S/. 259,824.70

Tabla 4. Presupuesto total desarrollado BIM vs CAD.

### 3.7. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la fase final, se evaluaron los resultados y se analizan los logros obtenidos a lo largo de la implementación.

#### Interferencias encontradas según metodología BIM

Es pertinente agregar que, durante el modelado en Revit®, se obtuvieron 60 interferencias entre especialidades entre ellas del tipo: Falta información, Incompatibilidad, Error de diseño, entre las más destacables. Lo cual resulta más eficiente de remediar en Revit®.

<b>Tipo de interferencia</b>	<b>Cantidad de Interferencia detectadas</b>
Estructura vs Arquitectura	24
Estructura vs Estructura	24
Instalación vs Instalación	3
Estructura vs Instalación	9
<b>Total</b>	<b>60</b>

Tabla 8. Tipos de interferencia detectadas en Revit BIM con Naviswork.

Se llevó a cabo un análisis de colisiones utilizando Navisworks con una tolerancia de 0.100m con respecto al cruce de elementos. Durante este proceso, se identificaron varias interferencias significativas que podrían tener un impacto en la ejecución del proyecto. Entre las más relevantes que deben mencionarse se encuentran las siguientes:



Figura 13. Interferencia generada por Navisworks, buzón colisiona con muro de contención.

Además, durante el proceso de modelado se identificaron incompatibilidades importantes, como la diferencia de cotas y la falta de congruencia en las altitudes de las superficies. Estas discrepancias son de particular relevancia, ya que alteran el alcance del proyecto de manera significativa.

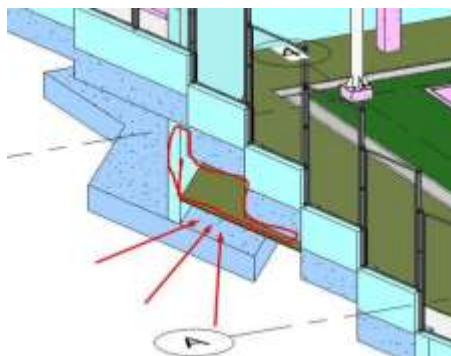


Figura 14. Incompatibilidad generada desde Modelo 3D Revit, diferencia de niveles de losa deportiva y muro.

### Contenedores de información entregados según Equipos de Trabajo

Durante todo el proceso de trabajo se crearon una amplia variedad de archivos esenciales y específicos para la construcción de la unidad escolar. Estos documentos, adicionales al proceso de modelado BIM, fueron fundamentales como insumos para el desarrollo de los modelos. Además, se generaron documentos a partir de las estimaciones de cantidades, así como análisis de soluciones e identificación de inconsistencias durante la revisión del diseño integral.

En la tabla siguiente, se presentan los documentos generados para cada caso y objetivo BIM propuesto. Es notable la cantidad de información producida mediante la metodología BIM en comparación a la metodología tradicional.

Metodología BIM	Metodología Convencional
1. Modelo BIM Tridimensional	
2. Planos derivados del modelo	
3. Listado y tablas de metrados generadas automáticamente	Plano en 2D (planta, corte, elevación, detalles, etc.) en papel o formato digital
4. Visualización en 3D y animaciones	--
5. Informes de análisis e interferencias	
6. Presupuesto y listados de materiales generados automáticamente	
7. Programación de obra integrada en el modelo BIM	

Tabla 9. Comparativa de entregables entre metodologías BIM vs CAD.

### **3.8. EVALUACIÓN DE TIEMPO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM (BEP)**

Con base en los datos recopilados durante la fase inicial de reconocimiento del proyecto y su topografía, así como en la propuesta de metodología planteada, se decidió realizar una evaluación comparativa del rendimiento entre un diseño de planificación utilizando CAD® y otro utilizando Revit®.

El experimento consistió en la evaluación de un grupo compuesto por dos cadistas y dos modeladores BIM con experiencias similares. El objetivo era obtener resultados reales sobre el tiempo necesario para modelar integralmente el proyecto en sus partes más representativas, como albañilería confinada, concreto armado, concreto simple y cubiertas. El evaluador, autor de este artículo, cuenta 6 años de experiencia como Coordinador BIM y Modelador BIM. Esto aseguró la validez y consistencia de la evaluación de los tiempos de trabajo durante las jornadas de obra (de lunes a viernes de 7:30 a.m. a 5:00 p.m. y los sábados de 7:30 a.m. a 1:00 p.m.).

#### **Medición de tiempos con fichas de evaluación semanal**

La evaluación se llevó a cabo del 8 al 25 de enero de 2024, durante los jornales programados previamente. Se evaluó el rendimiento de los grupos en la etapa de diseño utilizando AutoCAD® y Revit®. Los resultados mostraron que con el segundo se logró una reducción del tiempo de diseño del 25% en comparación con el primero, lo que representó una disminución de 4 días en un período de 2 semanas laborales. Las fichas de evaluación completadas se adjuntan en los anexos como evidencia.

Las fichas de evaluación incluyeron detalles sobre las partidas y su metrado, determinadas del expediente tradicional planteado en CAD y del modelado mediante un plan BIM (BEP-Revit®), así como la firma y el llenado de una ficha semanal en Excel. Además, se registró el porcentaje de avance semanal acumulado, lo que permitió continuar con la evaluación en la semana siguiente. Gracias a este proceso, se obtuvieron resultados de tiempo expresados en días.

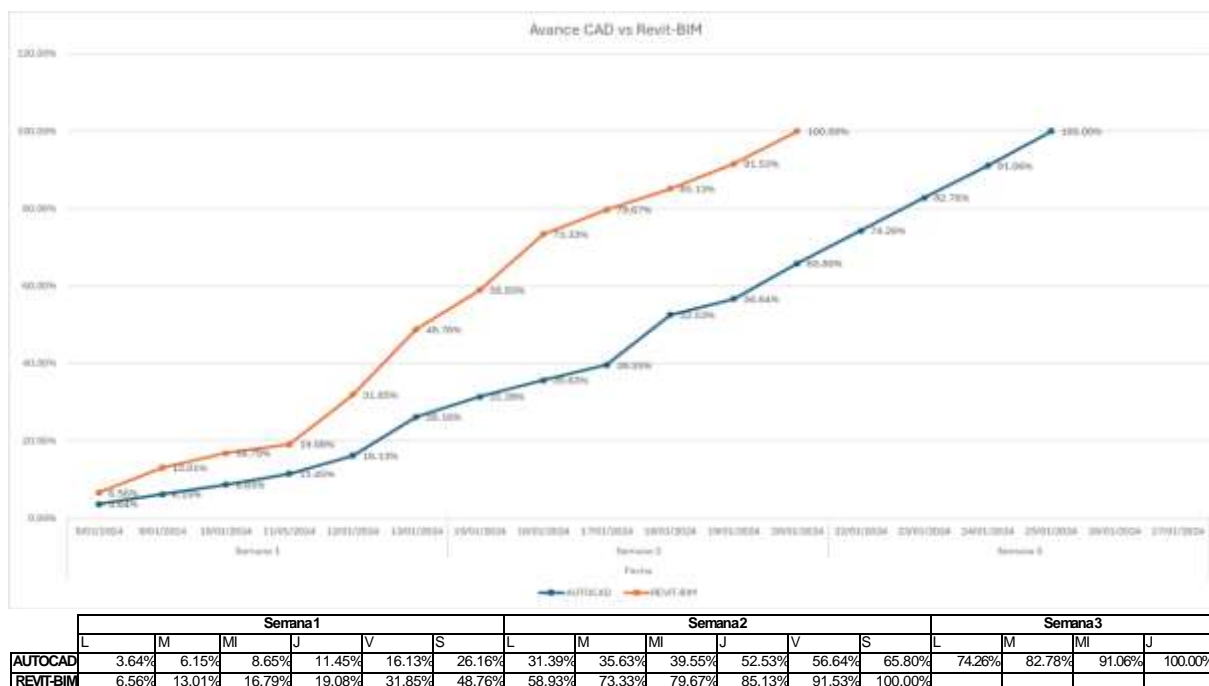


Figura 11. La evaluación semanal mostró una reducción de tiempo del 25% usando un plan BIM (BEP) a comparación de uno tradicional elaborado con CAD.

#### 4. CONCLUSIONES

Entre los beneficios más relevantes descritos por diversos autores como Durdyev et al. (2022) destacan que, para el caso particular de su investigación, el método con softwares colaborativos ofrecen una precisión del 98.7% en el cálculo de cantidades, siendo un 50% más rápido que los métodos tradicionales, como el CAD, una confiabilidad global del 99.5% en sus resultados técnicos. Por otra parte, Tedesco & Chahdan (2022) destacan la mejora en la coordinación entre especialidades y una confiabilidad del 97.8% en sus resultados, aunque se reconocen desafíos relacionados con la actualización de datos y modelos. Diversos autores señalan mejora en tiempos del 20 al 50%.

De lo expuesto anteriormente y tomando como referencias antecedentes de la investigación mencionados y los resultados obtenidos en el presente artículo, podemos precisar lo siguiente:

- ✓ Se generó un informe de interferencias, identificando un total de 60 colisiones entre disciplinas.
- ✓ Al realizar el presupuesto con los metrados obtenidos del modelo BIM, se observó una variación de aproximadamente S/. 30,000, representando un 13% del presupuesto del expediente.
- ✓ La aplicación de la metodología BIM resultó en una reducción del tiempo de diseño en aproximadamente 4 días laborables, lo que representa un 25% menos de tiempo.
- ✓ Se generó una mayor cantidad de contenedores de información utilizando la metodología BIM.

En el siguiente cuadro podemos observar las ventajas entre metodologías identificadas en el proceso de aplicación de la metodología propuesta.

<b>Aspecto</b>	<b>Metodología BIM</b>	<b>Metodología Convencional</b>
Representación del diseño	Modelado tridimensional detallado y preciso.	Planos bidimensionales, menos detallados.
Coordinación	Detección temprana de conflictos y errores.	Mayor riesgo de conflictos y errores.
Visualización	Visualización tridimensional avanzada.	Dependencia de la interpretación de planos.
Análisis y Simulación	Posibilidad de realizar análisis avanzados.	Limitaciones en análisis y simulación.
Gestión de Información	Centralización de la información del proyecto.	Información dispersa en varios documentos.
Actualización	Cambios reflejados automáticamente en el modelo.	Actualizaciones manuales en múltiples documentos.
Comunicación	Facilita la comunicación entre las partes interesadas.	Mayor riesgo de malentendidos y confusiones.
Eficiencia	Mejora la eficiencia en todas las etapas del proyecto.	Potencialmente menos eficiente debido a la necesidad de actualizaciones manuales y posibles conflictos.

Tabla 10. Comparativa de ventajas entre entregables de metodologías BIM vs CAD.

### **Beneficios de implementar un Plan de Ejecución BIM (BEP)**

- Transparencia en los procedimientos de construcción: La etapa de pre-construcción se beneficia de la virtualidad del proyecto en 3D, lo que facilita una planificación más precisa y detallada para la ejecución. Esto conlleva una coordinación óptima y una ejecución eficiente del proyecto.
- Efectividad: La concentración de la mayoría de la información del proyecto en un solo lugar, en lugar de dispersarse, proporciona una fuente confiable y accesible de información para todas las personas involucradas en el proyecto.
- Entorno multidisciplinario: Permite planificar, diseñar y ejecutar el trabajo en un entorno profesional colaborativo. Facilita el intercambio de información en las distintas etapas del proyecto, lo que permite realizar modificaciones según las necesidades específicas de cada área o especialidad.
- Prevención de errores y reducción de costos: Facilita la detección temprana de conflictos y la optimización del diseño, lo que puede contribuir a reducir los costos totales del proyecto y mejorar la eficiencia en todas las etapas, desde el diseño hasta la ejecución.

### **Desafíos de implementar un Plan de Ejecución BIM (BEP)**

- Normatividad: Es crucial poseer un conocimiento profundo de los lineamientos de diseño y de las normativas aplicables a la edificación, lo cual implica enfrentarse a aspectos del trabajo que pueden ser complejos para cumplir con los estándares de construcción requeridos.
- Gasto inicial: La adquisición de licencias y equipos especializados es necesaria para asegurar un flujo de trabajo eficiente desde el principio, lo que implica un gasto

inicial significativo.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Chávez Alejos, R. L. & Calderón Medrano, J. L. (2023). Proceso para la Mejora de la Productividad de Obra en la Etapa de Cimentación en Edificaciones Multifamiliares en Lima a través del Uso de la Realidad Aumentada. <http://hdl.handle.net/10757/671769>
2. Córdova Vela, J. A. (2023). Plan de ejecución BIM y modelado BIM para la gestión del proyecto de viviendas y habilitación urbana "Las Lomas de Yura" en Arequipa (Perú). <https://riunet.upv.es/handle/10251/196621>
3. Durdyev, S., Ashour, M. Connelly, S. & Mahdiyar A. (2022). Barriers to the implementation of Building Information Modelling (BIM) for facility management. *Journal of Building Engineering*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103736>
4. Enríquez Porras, R. E. (2022). Análisis del índice de daño mediante Hirosawa para evaluar la vulnerabilidad sísmica en los centros educativos del distrito de Reque. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/10435>
5. Espinoza Bazán, Y. A. (2024). Plan de ejecución BIM (BEP) para agilizar procesos de diseño en proyectos de infraestructura vial, Pasco-2023. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4023>
6. Renard Julián, E. J. & Olmos Noguera, J. M. (2022). Training and teaching resources available for BIM modeling software: Archicad, Revit and AllPlan. 26th International Congress on Project Management and Engineering Terrassa, 5th-8th July 2022. Asociación española de ingeniería de proyectos (AEIPRO). <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/3322>
7. Tedesco Jovanovichs, C. & Chahdan Mounzer, E. (2022). Contribution of BIM in the projects compatibility of different specialties encompassed by civil construction. *DYNA*, 89(223), 10. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n223.99002>
8. Castro Taks, A., & Salatino, E. (2016). ELABORACIÓN DE FICHAS. <https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/elaboracion-de-fichas.pdf>
9. Compadre Del Río, C. (2018). Guía para la redacción de un BEP para el desarrollo de un proyecto en BIM. Aplicación para un proyecto de instalaciones en un edificio inteligente (Bachelor's thesis). <http://hdl.handle.net/10016/29455>
10. Smith, D. K., & Tardif, M. (2009). *Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*. John Wiley & Sons. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vr2Vccw-0soC&oi=fnd&pg=PA11&dq=20.09Smith,+D.K.,+Tardif,+M.,+2009.+Building+i>

Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers. John Wiley & Sons Inc. &ots=eX3b7yevxG&sig=1ao-SL\_qSfslXV1ma\_DJDxEGZ9s#v=onepage&q&f=false

## 6. ANEXOS

### 6.1. EVIDENCIA DE SUMISION DEL ARTICULO EN UNA REVISTA DE PRESTIGIO

Journal Bim & Construction Management



← Volver a Envíos

#### Enviar un artículo

1. Inicio 2. Cargar el envío 3. Introducir los metadatos 4. Confirmación 5. Sigüientes pasos

Prefijo

Ejemplos: un/una, el/la

Título \*

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO INTEGRAL DEL DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA E

Subtítulo

Resumen \*

Rich text editor toolbar with icons for bold, italic, underline, list, link, unlink, undo, redo, insert link, insert image, and others.

Este artículo propone la implementación de un proceso de diseño integral para infraestructuras educativas utilizando la metodología BIM y detalla los elementos esenciales de un Plan de Ejecución BIM (BIM Execution Plan - BEP). Utilizando un nivel de detalle intermedio BIM LOD 300 en Revit®, la metodología incluye la revisión normativa, el modelado inicial y la culminación del modelo federado, además de la presentación de gráficas renderizadas y la estimación de cantidades de metrado. Se espera promover el diseño integral mediante un BEP que recopile información del expediente técnico y datos de campo, mejorando los tiempos de modelado antes del inicio de la obra. La investigación se limita por el uso de licencias educativas, que restringen ciertas funcionalidades, pero los hallazgos servirán como base para futuros estudios y proyectos en el campo de la infraestructura

#### Autoría y colaboradores/as

Ordenar

Añadir colaborador/a

Nombre	Correo electrónico	Rol	Contacto principal	En listas de navegación
▶ Kendy Eduardo Diaz Varas	kendyeduardodiazvaras@gmail.com	Autor/a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
▶ Jonathan Justiniano Diaz Varas	jonadiazvaras@gmail.com	Autor/a	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
▶ Marcelo Antonio García Curisínche	mgc.rtc@gmail.com	Autor/a	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
▶ Ferrer Canaza Rojas	fcanaza@upeu.edu.pe	Co-Autor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

#### Mejoras adicionales

##### Palabras clave

Añada más información al envío. Pulse "Intro" después de cada término.

BIM, BEP, Revit, LOD, Navisworks, modelo federado, diseño integral. ✕

[jbim] Acuse de recibo del envío [Ver más](#)



Journal BIM & Construction Management - info@journalbim.org para mí \*

8:53 p.m. (hace 9 minutos)

Kendy Eduardo Diaz Varas

Gracias por enviar el manuscrito "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO INTEGRAL DEL DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM" a Journal Bim & Construction Management. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://journalbim.org/index.php/fo/authorDashboard/submissions/52>

Nombre de usuario/a: kendyeduardodiazvaras

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo

Journal BIM & Construction Management

[Journal Bim & Construction Management](#)

Responder Reenviar

## 6.2. COPIA DE LA RESOLUCIÓN DE INSCRIPCIÓN DEL PERFIL DE PROYECTO DE TESIS EN FORMATO ARTÍCULO APROBADO POR EL CONSEJO DE FACULTAD CORRESPONDIENTE



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0576-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña 10 de octubre de 2023

### VISTO:

El expediente de **Diaz Varas, Kendy Eduardo**, identificado(a) con Código Universitario N° 201420109, **Diaz Varas, Jonathan Justiniano**, identificado(a) con Código Universitario N° 200921229 y **García Curisinche, Marcelo Antonio**, identificado(a) con Código Universitario N° 201420084, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

### CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Diaz Varas, Kendy Eduardo, Diaz Varas, Jonathan Justiniano y García Curisinche, Marcelo Antonio**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Propuesta de implementación de un proceso integral del diseño de una infraestructura educativa utilizando la metodología BIM" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 10 de octubre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

### SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Propuesta de implementación de un proceso integral del diseño de una infraestructura educativa utilizando la metodología BIM**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar al (a la) **Ing. Ferrer Canaza Rojas** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Roberto Roland Yoctun Rios** y **Ing. David Diaz Garamendi**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
DECANA



Mg. Ketty Magaly Arellano Lino  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Interesado  
-Asesor  
-Dirección General de Investigación  
-Archivo

### 6.3. COPIA CARTA DE APROBACION DE COMITÉ DE ETICA



“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

RESOLUCIÓN N° 0318-2024/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña 21 de mayo de 2024

#### VISTO:

El expediente de **García Curisínche, Marcelo Antonio**, identificado(a) con código universitario N° 201420084, **Díaz Varas, Kendy Eduardo**, identificado(a) con código universitario N° 201420109 y **Díaz Varas, Jonathan Justiniano**, identificado(a) con código universitario N° 200921229, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

#### CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la designación del Comité Dictaminador del proyecto de tesis;

Que **García Curisínche, Marcelo Antonio, Díaz Varas, Kendy Eduardo y Díaz Varas, Jonathan Justiniano**, han concluido el desarrollo de la tesis en formato artículo y con la opinión favorable de su asesor, solicitan la designación del Comité Dictaminador respectivo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 21 de mayo de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

#### SE RESUELVE:


Designar el Comité Dictaminador encargado de administrar el proceso de dictamen correspondiente a la tesis en formato artículo, titulada "Propuesta de implementación de un proceso integral del diseño de una infraestructura educativa utilizando la metodología BIM", presentado por **García Curisínche, Marcelo Antonio, Díaz Varas, Kendy Eduardo y Díaz Varas, Jonathan Justiniano**, otorgándoles un plazo máximo de diez (10) hábiles, posterior a la fecha de recepción de la presente resolución, para emitir el dictamen respectivo a través de la plataforma oficial.

Dictaminador 1: Mg. Armin Quintana Sánchez


Dictaminador 2: Ing. David Díaz Garamendi

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
DECANA



  
Ph.D. Silvia Pilco Quesada  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Interesado  
-Jurado (02)  
-Archivo