



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,**  
**VINCULACIÓN Y POSGRADO**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**Comparación de la metodología BIM vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Infraestructura Educativa de la Coordinación Zonal 1 de Educación**

**Trabajo de titulación para optar al título de: Magister en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción**

**Autor:**  
**Taco Hernández, Pamela Rosa**

**Tutor:**  
**Mgs. Alexis Iván Andrade Valle**

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## Certificación del Tutor

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: “**Comparación de la metodología BIM vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Infraestructura Educativa de la Coordinación Zonal 1 de Educación**”, ha sido elaborado por la Ingeniera Pamela Rosa Taco Hernández, el mismo que ha sido orientado y revisado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor. Así mismo, refrendo que dicho trabajo de titulación ha sido revisado por la herramienta antiplagio institucional; por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva. Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Riobamba, 18 de noviembre, de 2024



---

Ing. Alexis Iván Andrade Valle, Mgs.

**TUTOR**

### **Declaración de Autoría y Cesión de Derechos**

Yo, **Pamela Rosa Taco Hernández**, con número único de identificación **040154035-6**, declaro y acepto ser responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en el presente trabajo de titulación denominado: “**Comparación de la metodología BIM vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Infraestructura Educativa de la Coordinación Zonal 1 de Educación**” previo a la obtención del grado de Magíster en Ingeniería Civil, mención en Gestión de la Construcción.

- Declaro que mi trabajo investigativo pertenece al patrimonio de la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal j) de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que pueda hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Riobamba, 18 de noviembre de 2024



---

**Ing. Pamela Rosa Taco Hernández**

N.U.I. 040154035-6



Dirección de  
Posgrado  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
VINCULACIÓN Y POSGRADO



Riobamba, 11 de noviembre de 2024

## ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado **“Comparación de la metodología BIM vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Infraestructura Educativa de la Coordinación Zonal 1 de Educación”**, dentro de la línea de investigación de **Ingeniería, construcción, industria y producción, presentado por el maestrante Pamela Rosa Taco Hernández**, portador de la CI. 0401540356, del programa de **Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la construcción**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Mgs. Alexis Andrade  
Tutor



Campus La Doloresa  
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto  
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2002  
Riobamba - Ecuador  
**Unach.edu.ec**  
*en movimiento*



Dirección de  
Posgrado  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
VINCULACIÓN Y POSGRADO



Riobamba, 11 de noviembre de 2024

## ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado "**Comparación de la metodología BIM vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Infraestructura Educativa de la Coordinación Zonal 1 de Educación**", dentro de la línea de investigación de **Ingeniería, construcción, industria y producción, presentado por el maestrante Pamela Rosa Taco Hernández**, portador de la CI. 0401540356, del programa de **Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la construcción**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



**MSc. Marcel Paredes**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Campus La Dolorosa  
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto  
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2002  
Riobamba - Ecuador

**Unach.edu.ec**  
*en movimiento*



Dirección de  
Posgrado  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
VINCULACIÓN Y POSGRADO



Riobamba, 11 de noviembre de 2024

## ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado "**Comparación de la metodología BIM vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Infraestructura Educativa de la Coordinación Zonal 1 de Educación**", dentro de la línea de investigación de **Ingeniería, Industria y Construcción**, presentado por el maestrante **Pamela Rosa Taco Hernández**, portador de la CI. 0401540356, del programa de **Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Procedente de: **ANDREA NATALI  
ZARATE VILLACRES**

**Ing. Andrea Zárate V.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Campus La Dolorosa  
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto  
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2002  
Riobamba - Ecuador

**Unach.edu.ec**  
*en movimiento*

	NOMBRE DEL FORMATO		
	CÓDIGO:	VERSIÓN:	
	FECHA:		
	MACROPROCESO: PROCESO: SUBPROCESO:		

Riobamba, 18 de noviembre de 2024

# CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo Alexis Iván Andrade Valle, certifico que Pamela Rosa Taco Hernández con cédula de identidad No. 0401540356 estudiante del programa de Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción, cohorte Segunda presentó su trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada/desarrollo denominado: “Comparación de la metodología BIM vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Infraestructura Educativa de la Coordinación Zonal 1 de Educación”, el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido TURNITIN identificando el 8% porcentaje de similitud en el texto.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Pamela Rosa Taco Hernández

CI: 0401540356

Adj.-

- Resultado del análisis de similitud

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios por permitirme llegar a obtener un nuevo logro que espero será solo el inicio de una nueva etapa en mi vida acompañada siempre de mi familia.

A mis padres, quienes han sido siempre mi ejemplo de fortaleza, unión y persistencia y siempre han sido el pilar fundamental de mi vida y siempre han permanecido a mi lado.

A mis hermanas quienes siempre han sido un soporte en todas las etapas de mi vida, siempre juntas aun cuando no estemos siempre de acuerdo.

A mi bebe, que aun cuando no ha llegado a este mundo, se a convertido en mi mayor motivación, para que sea el inicio de nuestra vida juntos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme vida, salud y fortaleza por llegar a culminar esta meta en mi vida, un nuevo título académico que servirá para beneficio de todos de mi alrededor.

Quiero agradecer a mis padres y hermanas por siempre mantenernos juntos a pesar de los miles de adversidades y siempre apoyándonos en los tiempos difíciles que podamos vivir, gracias por ser y estar conmigo.

Aunque aun no te tengo en mis brazos, ya te llevo en mi corazón y en cada pensamiento, quiero agradecerte por la dicha que has traído desde el mismo momento en que supe que venias a mi vida. Agradezco tu existencia, y prometerte que este será solo el inicio de los miles de logros que conseguiremos juntos de la mano, te amo mi niño.

## RESUMEN

La adopción de métodos colaborativos en la industria de la construcción continúa en aumento, siendo especialmente relevante el modelado de información de edificios (BIM), que ha sido implementado en numerosos países debido a las mejoras observadas en los proyectos donde se aplica.

El objetivo de esta investigación es comparar la metodología BIM con la tradicional en las fases de planificación y diseño de un caso de estudio, con el fin de determinar las principales diferencias en volúmenes de obra, plazos de ejecución y presupuestos.

Dado que se trata de una investigación no experimental con un enfoque descriptivo-correlacional y de carácter mixto, se recopiló información del proyecto “Construcción de aulas escolares en las unidades educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del Distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urcuquí - Educación, Cantón Ibarra, perteneciente a la Coordinación Zonal 1 – Educación”, que incluye 57 rubros. Posteriormente, se desarrolló el proyecto utilizando la metodología BIM, realizando la programación de obra, el cálculo de cantidades y una estimación de presupuesto para realizar una comparación posterior.

El 65% de los rubros del presupuesto presentó variaciones según el cálculo de la metodología BIM, y el plazo se redujo en 27 días calendario en comparación con el cronograma de la metodología tradicional. Asimismo, el presupuesto se redujo en un 12% debido a los cambios en las cantidades de obra calculadas. Los resultados obtenidos evidencian las ventajas de aplicar la metodología BIM en proyectos del sector público, lo que contribuye a una inversión más adecuada en infraestructura.

**Palabras Claves:** *Plazo, presupuesto Metodología BIM 5D, Metodología Tradicional, Cuantificación, Comparación*

## ABSTRACT

The adoption of collaborative methods in the construction industry continues to increase. This is especially relevant to building information modeling (BIM), which has been implemented in many countries due to the improvements observed in the projects where it is applied. With the increasing adoption of collaborative methods in the construction industry, the objective of this research gains significant relevance. The aim is to compare the BIM methodology with the traditional one in the planning and design phases of a case study. This comparison will help determine the main differences in work volumes, execution times, and budgets, providing valuable insights for project management. For this non-experimental research with a descriptive-correlational and mixed approach, we collected information from a practical project. The project, “Construction of school classrooms in the educational units Teodoro Gómez and 28 de September, District 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urququí - Education, Canton Ibarra, belonging to the Zonal Coordination 1 - Education”, includes 57 items. We then developed the project using the BIM methodology, carrying out the work programming, calculating quantities, and estimating the budget for later comparisons. The research findings are particularly significant for the public sector. Sixty-five percent of the budget items showed variations according to the BIM methodology calculation, and the deadline was reduced by 27 calendar days compared to the traditional methodology schedule. Likewise, the budget was reduced by 12% due to changes in the calculated quantities of work. These results demonstrate the advantages of applying the BIM methodology in public sector projects, which can lead to more appropriate investment in infrastructure.

*Keywords:* timeframe, budget, 5D BIM methodology, traditional methodology, quantification, comparison



Reviewed by:  
**Mgs. Kerly Cabezas**  
**ENGLISH PROFESSOR**  
**I.D. 0604042382**

## Índice General

RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 General.....	4
1.1.2 Específicos .....	4
2. CAPITULO II. ESTADO DEL ARTE .....	5
3. CAPITULO III. METODOLOGÍA .....	11
3.1 Descripción del proyecto .....	11
3.2 Tipo de investigación .....	12
3.3 Diseño de investigación.....	12
3.4 Enfoque de investigación.....	13
3.5 Hipótesis .....	13
3.6 Método de Análisis.....	13
3.6.1 Identificación de variables .....	13
3.6.2 Recopilación de datos .....	14
3.6.3 Procedimientos para el análisis .....	16
4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
4.1 Resultados.....	18
4.1.1 Recopilación de datos .....	18
Redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP).....	18

Modelación BIM 3D .....	18
Detección de conflictos .....	21
Cuantificación de cantidades de obra .....	21
Determinación del plazo del proyecto BIM 4D .....	23
Cálculo del costo de proyecto.....	23
Construcción Virtual 5D .....	24
4.1.2 Análisis de datos.....	26
Análisis descriptivo.....	27
Pruebas de normalidad.....	29
4.2 Discusión de resultados .....	33
5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	36
5.1 Conclusiones .....	36
5.2 Recomendaciones.....	38
6. CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
7. CAPITULO VII. ANEXOS .....	43
7.1 Anexo 1. Plan de ejecución BIM (BEP).....	43
7.2 Anexo 2. Cuantificación de cantidades de obra.....	47
7.3 Anexo3. Variación del costo.....	49
7.4 Anexo 4. Simulación del proceso constructivo BIM 5D.....	51
7.5 Anexo 5. Diagrama de Gantt .....	53
7.6 Anexo 6. Planos recopilados del proyecto.....	55

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Niveles de detalle (LOD) de cada disciplina.....	19
Tabla 2 Conflictos en la modelación.....	21
Tabla 3 Variación de rubros en la cuantificación.....	22
Tabla 4 Inconsistencias encontradas en el diseño.....	23
Tabla 5 Variación del presupuesto.....	24
Tabla 6 Pruebas de normalidad.....	29
Tabla 7 Correlaciones.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Diagrama de flujo de trabajo .....	15
Ilustración 2: Estructura de carpetas.....	18
Ilustración 3 Modelación Arquitectónica .....	20
Ilustración 4 Modelación Estructural .....	20
Ilustración 5 Interferencias en el modelo.....	21
Ilustración 6 Histogramas de análisis descriptivo .....	27
Ilustración 7 Histograma de distribución normal.....	29
Ilustración 8 Gráficos Q-Q normales.....	32

# 1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La metodología BIM (Modelado de Información de Construcción) ha transformado la industria de la construcción desde su llegada, modificando la forma en que se diseñan, construyen y gestionan los edificios e infraestructuras (Esquerdo, 2024). Este enfoque comenzó a gestarse en la década de 1970, cuando investigadores y académicos empezaron a experimentar con tecnologías de modelado 3D y bases de datos para la gestión de información en el diseño (Villena et al., 2019).

El surgimiento y evolución del BIM se han visto influenciados por diversos eventos históricos. En 1975, se estableció el concepto de un modelo tridimensional para edificaciones, basado en un sistema de descripción conocido como BDS (Building Description System) (Medina & Monzón, 2023). Se preveía que su correcto uso transformaría la concepción del diseño y los procesos en la construcción (Díaz, 2018). En 1987, Graphisoft ArchiCAD desarrolló la idea de edificio virtual, lo que permitió a los diseñadores tener una visión más realista de sus proyectos, resultando en productos finales de mayor calidad y mejor uso de recursos (Medina & Monzón, 2023).

Durante esta etapa, se sentaron las bases para la creación de modelos digitales tridimensionales de edificios, promoviendo la colaboración interdisciplinaria entre todos los actores involucrados, lo cual se consideraría fundamental para la metodología BIM en el futuro (Rojas, 2019). A finales de los 80 y en los 90, la evolución de las herramientas de CAD permitió la modelación en 3D, aunque solo de manera geométrica, sin integrar información adicional (Ramos, 2019).

En 1990, el concepto de "modelado de información de edificios" cobró relevancia, combinando un modelo tridimensional con datos externos como cronogramas, presupuestos e impactos ambientales, para generar una programación integral de los proyectos de construcción

(Kozlovska et al., 2021). En 1999, Charles Eastman publicó el libro "Building Product Models", centrado en la utilización de modelos de productos para mejorar la eficiencia en diseño y construcción. Este trabajo inspiró el desarrollo de las primeras aplicaciones de software con conceptos de BIM (Cacsire et al., 2020).

En la década de 2000, Autodesk Revit, uno de los primeros softwares BIM en el mercado, popularizó el modelado de información en 3D, permitiendo la integración de datos de costos y cronogramas en un solo modelo (Bermúdez & Quintero, 2021). Para 2005, la metodología BIM comenzaba a ganar reconocimiento como innovación en la construcción, aunque su adopción era aún incipiente debido a la escasez de recursos disponibles (Rivera & Saigua, 2023). No obstante, se implementó en proyectos emblemáticos como el Centro de Salud de la Universidad de California, el Museo de Arte de Denver y la Biblioteca del Congreso en Washington D.C., mostrando así sus beneficios en términos de eficiencia y reducción de errores (Porrás et al., 2015).

Varios países comenzaron a fomentar la adopción de BIM en proyectos públicos, impulsando la necesidad de estandarizar y mejorar las prácticas constructivas para optimizar el uso de recursos económicos (Mojica et al., n.d.). En 2007, se publicó la Norma ISO 12006-3, que proporciona un marco para el modelado de información en construcción, marcando un avance significativo hacia la estandarización de BIM (Calisaya & Camarena, 2021).

Para 2010, con una aplicación más generalizada de la metodología BIM, esta fue reconocida como un estándar emergente en arquitectura y construcción, llevando a muchos profesionales a integrar BIM desde las fases iniciales de sus proyectos (Acuña, 2016). Con el fin de mejorar su implementación, se desarrollaron varias versiones de softwares como Revit, ArchiCAD y Navisworks, que ofrecieron nuevas funcionalidades para facilitar la integración y colaboración entre equipos de distintas disciplinas (Villoria et al., 2014).

En 2012, se hizo evidente la necesidad de capacitar a los profesionales en el uso de herramientas de software a través de comunidades y grupos de interés que compartían buenas prácticas y recursos sobre BIM (Quino, 2022). En 2016, el Gobierno del Reino Unido exigió el uso de BIM en todos sus proyectos, acelerando su adopción en el sector público y privado, y se lanzó la versión 2 del estándar ISO 19650 para ofrecer directrices internacionales en la gestión de información en BIM (Trejo, 2018).

Desde 2020, Ecuador ha visto el desarrollo de proyectos como el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo y el Sistema Metro de Quito, entre otros. Sin embargo, el sector público enfrenta numerosos desafíos para implementar esta metodología en los proyectos propuestos por distintas instituciones ministeriales (Castillo et al., 2023). El Ministerio de Educación, como principal organismo encargado de la infraestructura nacional, ha creado un modelo estandarizado de aulas escolares basado en métodos tradicionales, sin considerar la innovación que ofrece la industria de la construcción (Moyón et al., 2023).

A pesar de las numerosas ventajas de la metodología BIM en comparación con las prácticas tradicionales, en Ecuador surge la inquietud: ¿qué impacto tiene la implementación de BIM en la calidad de los diseños y la precisión de los datos generados frente a la metodología convencional? En este contexto, es necesario comparar el uso de BIM con el enfoque tradicional en el proyecto público con el código de cotización COTO-DD10D01-02-2022, denominado "Construcción de Aulas Escolares en las Unidades Educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del Distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urcuquí - Educación, Cantón Ibarra". Este proyecto contempla la construcción de aulas escolares basadas en diseños estandarizados de la Dirección Nacional de Infraestructura Física del Ministerio de Educación, buscando mejorar la gestión de estos proyectos mediante el análisis de las ventajas y obstáculos asociados a la implementación de la metodología BIM.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 General**

- Desarrollar y comparar la utilización de la metodología BIM vs la tradicional, en las fases de planificación y diseño del proyecto “Construcción de aulas escolares en las unidades educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urququi - Educación, cantón Ibarra, perteneciente a la coordinación zonal 1 – Educación”, mediante los parámetros de costos, plazo y cantidades de obra.

### **1.1.2 Específicos**

- Compilar la información referente al proyecto “Construcción de aulas escolares, en las unidades educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urququi - Educación, cantón Ibarra, perteneciente a la coordinación zonal 1 – Educación”
- Realizar un plan de ejecución BIM (BEP) de acuerdo con el proyecto.
- Ejecutar la modelación BIM-3D, integrando los estudios arquitectónicos, estructural, instalaciones sanitarias y eléctricas; utilizando el Software Revit.
- Realizar la ejecución virtual mediante una simulación visual de las etapas de construcción del proyecto.
- Comparar las cantidades, plazo y presupuesto de las dos metodologías y enunciar las ventajas y desventajas de su implementación.

## 2. CAPITULO II. ESTADO DEL ARTE

La innovación de la industria de construcción en los últimos años se ha definido con la implementación de la Metodología BIM en todas las etapas de desarrollo de un proyecto de infraestructura, partiendo desde la concepción hasta el mantenimiento a largo plazo de la estructura (Chavarría, 2018).

Los inicios de la metodología BIM data de las décadas de 1970 a 1980, pues en ese entonces, los sistemas de diseño asistido por computadoras eran modelos en 2D, evidenciando la necesidad de una visualización más completa de todos y cada uno de los elementos o componentes de las diferentes disciplinas del proyecto (Pancca, 2022).

BIM introdujo la capacidad de crear modelos tridimensionales detallados de los edificios, con el fin de permitir una visualización más realista y completa del proyecto, mejorando las etapas de diseño y planificación de una estructura, generando una gestión de datos más eficiente y colaboración entre las diferentes disciplinas (Masías, 2020).

Los primeros Sistemas BIM permitían realizar simulaciones basias, como análisis de volúmenes y cálculos de áreas tomando en cuenta cada elemento del modelo como paredes, columnas, puertas y demás; de manera separada con información asociada de materiales, dimensiones, propiedades físicas y costos (Rojas, 2019).

Estados Unidos, aunque no fue el primer país en conceptualizar BIM, si fue uno de los primeros en adoptar esta metodología a gran escala en la construcción de infraestructura compleja o muy elevada; en Reino Unido la implementación de BIM se impulsó a través de políticas gubernamentales y estándares industriales (Sierra, 2016).

En Latinoamérica, países como Chile, México, Colombia y Perú son pioneros en la implementación de esta metodología, sin embargo, a pesar de notar las ventajas de esta

metodología se han identificado varios obstáculos que no permiten su total implementación (Oussouboure & Delgado, 2016).

El desarrollo de proyectos exitosos en Latinoamérica tales como la ampliación del Aeropuerto Internacional de Brasilia, Metro de Ciudad de México, Hospital Básico de Colombia ente otros demostraron que la implantación de la metodología BIM genera ventajas de mayor precisión, calidad, reducción de costos y plazos (Espinoza et al., 2020).

Esquerdo (2024), en su investigación menciona que nueve de cada 10 proyectos ejecutados con la metodología BIM presentan una disminución notable de costos y plazos debido al manejo de información actualizada en tiempo real, evidencia que el fracaso de la implementación de esta metodología se debe a la falta de estándares unificados, la resistencia al cambio y la necesidad de capacitar al equipo de trabajo, así también contrasta varias características de la metodología BIM y la tradicional.

Acuña (2016), menciona que la metodología Tradicional basa todos sus diseños en planos bidimensionales y documentación escrita que no se acopla a los cambios efectuados por todos los técnicos participantes de la planificación del proyecto. La metodología BIM utiliza modelos tridimensionales y datos asociados en línea permitiendo que todos los técnicos participantes tengan acceso a la actualización de información de manera inmediata y se adapta de mejor manera a los cambios existente so planteados.

Para Ccora (2018), la metodología tradicional tiende a ser más fragmentada con vacíos de información que infiere en la menor eficiencia del proyecto y lentitud en resolver conflictos; en comparación a la metodología BIM que fomenta la colaboración en tiempo real entre todos los participantes del proyecto (arquitectos, ingenieros, contratistas), lo que mejora las cadenas de comunicación y resolución de problemas.

Según lo expresa Sierra (2016), la dependencia de estimaciones y revisiones manuales que resulta en retrasos y sobrecostos utilizando la metodología tradicional, se contrasta con la metodología BIM que permite una planificación más precisa y la gestión de tiempo más eficiente, utilizando simulaciones para prever problemas y optimizar cronogramas.

La metodología tradicional propone presupuestos basados en las cantidades de obra calculadas basadas en planos bidimensionales y que son difíciles de ajustar lo que genera sobrecargos financieros durante la ejecución del proyecto; la metodología BIM facilita un control riguroso de costos y presupuestos, debido a que permite realizar un análisis más realista a medida que se modifican los diseños, así lo menciona Medina & Monzón (2023).

En la investigación de Calisaya & Camarena (2021), menciona que la metodología tradicional para mantenimiento suele ser menos accesible y actualizada lo que complica la operación a largo plazo de la infraestructura en comparación a la metodología BIM que proporciona información valiosa para la gestión del ciclo de vida permitiendo un mantenimiento más eficiente y un mejor manejo de activos a largo plazo.

Bermúdez & Quintero (2021), redacta que la metodología tradicional la detección de conflictos suele ocurrir en la fase de construcción lo que causa retrabajos y retrasos en cambio la metodología BIM incluye herramientas para la detección de conflictos en el diseño, lo que reduce significativamente errores durante la construcción.

Según menciona Valverde (2021), en la metodología tradicional la sostenibilidad a menudo se considera en etapas posteriores, lo que puede limitar las opciones disponibles, a diferencia de la metodología BIM que facilita el análisis de sostenibilidad y eficiencia energética durante la fase de diseño, permitiendo optimizar recursos y reducir el impacto ambiental.

En el análisis de los parámetros antes mencionados la metodología BIM ofrece ventajas significativas en términos de colaboración, precisión, eficiencia y gestión a lo largo del ciclo de vida del proyecto, mientras que la metodología tradicional puede ser más limitada en estos aspectos en este defecto Choclán et al., (2014), menciona que en el Ecuador los proyectos presentan un 22% de presupuestos añadidos y 19% en ampliación de plazo.

Ecuador es un país latinoamericano que ha explotado la industria de la construcción basado en un conjunto de técnicas, procesos y herramientas que se han empleado para edificar estructuras para cualquier uso, demarcando la jerarquización de cargos y difícil acceso a la información interdisciplinaria del proyecto (Arellano & Castillo, 2021).

No es posible definir una fecha exacta en la cual la metodología BIM llegó al Ecuador, sin embargo, en los años 2000 con la fácil accesibilidad a software y hardware especializados en el manejo de modelos 3D, se evidenció la necesidad de implementar nuevas metodologías que optimicen los recursos económicos de inversión para infraestructura tanto pública como privada en el país (Castro & Yoctún, 2023).

En el sector privado la implantación de la Metodología BIM ha evolucionado con más facilidad, pues las grandes empresas constructoras han denotado las ventajas del uso de la metodología BIM en etapas iniciales de un proyecto, pues mencionan la reducción de errores o conflictos que se traducen en retrabajos y sobrecostos en la ejecución del proyecto (Quino, 2022).

A pesar de los desafíos que supone la implantación de esta metodología, existen varios proyectos exitosos en Ecuador ejecutados con BIM, que demuestra el potencial para transformar la industria de la construcción, ya que representa una oportunidad de modernización para aumentar la competitividad y la calidad de los proyectos (Moyón et al., 2023).

La implementación de BIM en el sector público ecuatoriano supone unos de los desafíos más cruciales para la optimización de los proyectos de infraestructura, así como los montos de inversión a largo plazo; sin embargo, se han encontrado obstáculos que no han permitido su estandarización en instituciones gubernamentales (Castillo et al., 2023).

Según Moyón et al., (2023), los principales obstáculos que existe para la implementación de la metodología BIM en el sector público es la fuerte inversión que supone el equipo tecnológico, capacitación del personal y más relevante aun la resistencia al cambio de los profesionales de avanzada edad que trabajan en estas instituciones.

El ministerio de educación es el principal ente rector a nivel nacional del proceso de enseñanza – aprendizaje involucrándose con todos los participantes y los aspectos físicos y materiales que involucran el desarrollo continuo y de calidad; la infraestructura educativa debe proporcionar a los estudiantes y docentes espacios adecuados de confort y calidad para que los niños, niñas y adolescentes se eduquen con normalidad.

Para mantener un buen estado de la infraestructura física educativa a nivel nacional, se ejecutan proyectos de mantenimientos correctivo, esencial, emergente e integral para solventar las necesidades de los estudiantes y docentes así lo menciona la Subsecretaría de Administración Escolar (2022), en su Proyecto de Restructuración integral de infraestructura educativa.

Por el aumento anual de las poblaciones estudiantiles en las diferentes unidades educativas del país se opta por la construcción de nueva infraestructura como aulas pedagógicas, siendo una necesidad la estandarización de este modelo con el objetivo de que se pueda crear un plan anual de mantenimiento programado, generando así una mejor programación de inversión de recursos (Subsecretaría de Administración Escolar, 2022).

El mayor reto que enfrenta esta idea, es que el diseño no ha sido evaluado por todos los técnicos de cada una de las disciplinas, lo que ha resultado en varios procesos de ejecución que el presupuesto a variado debido a que las condiciones geomorfológicas de los espacios de implantación han cambiado con respecto al modelo original, por lo cual se han ejecutado trabajos nuevos que han llevado aumentos de presupuestos y plazos de ejecución (Subsecretaría de Administración Escolar, 2022).

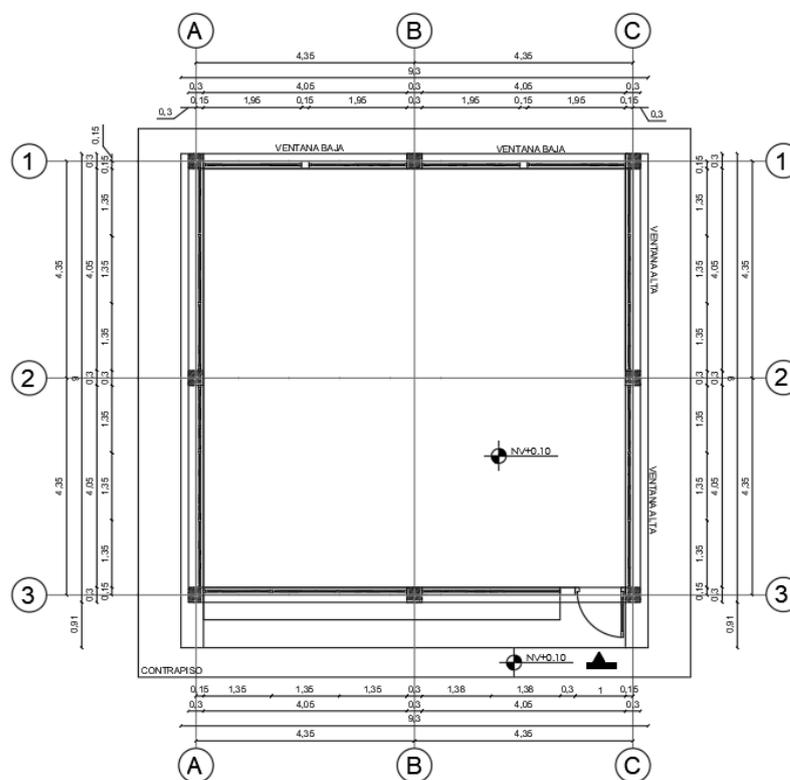
Para efectos de esta investigación, el caso de estudio es el proyecto “Construcción de aulas escolares en las Unidades Educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del Distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urququi - Educación, cantón Ibarra, perteneciente a la Coordinación Zonal 1 – Educación”, proyecto que se ejecutó en el año 2022.

### 3. CAPITULO III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Descripción del proyecto

El proyecto utilizado para esta investigación es el proyecto denominado “Construcción de aulas escolares en las Unidades Educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del Distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urququi - Educación, cantón Ibarra, perteneciente a la Coordinación Zonal 1 – Educación” publicado en el Sistema Oficial de Contratación Pública en el año 2022 con el código COTO-DD10D01-02-2022, el cual consta de un total de 57 rubros divididos en 13 capítulos con un monto de inversión de \$ 30 300.62 con un plazo de ejecución de 90 días calendarios.

El sistema constructivo es mixto entre hormigón armado y acero estructural con una cubierta de Metal panel, pisos de cerámica antideslizante y tumbado de gypsum con un área de construcción de 121m<sup>2</sup>, proponiendo instalaciones eléctricas y electrónicas seguras para el uso de los estudiantes y docentes, en la ilustración 1 se muestran las vistas elementales del proyecto.



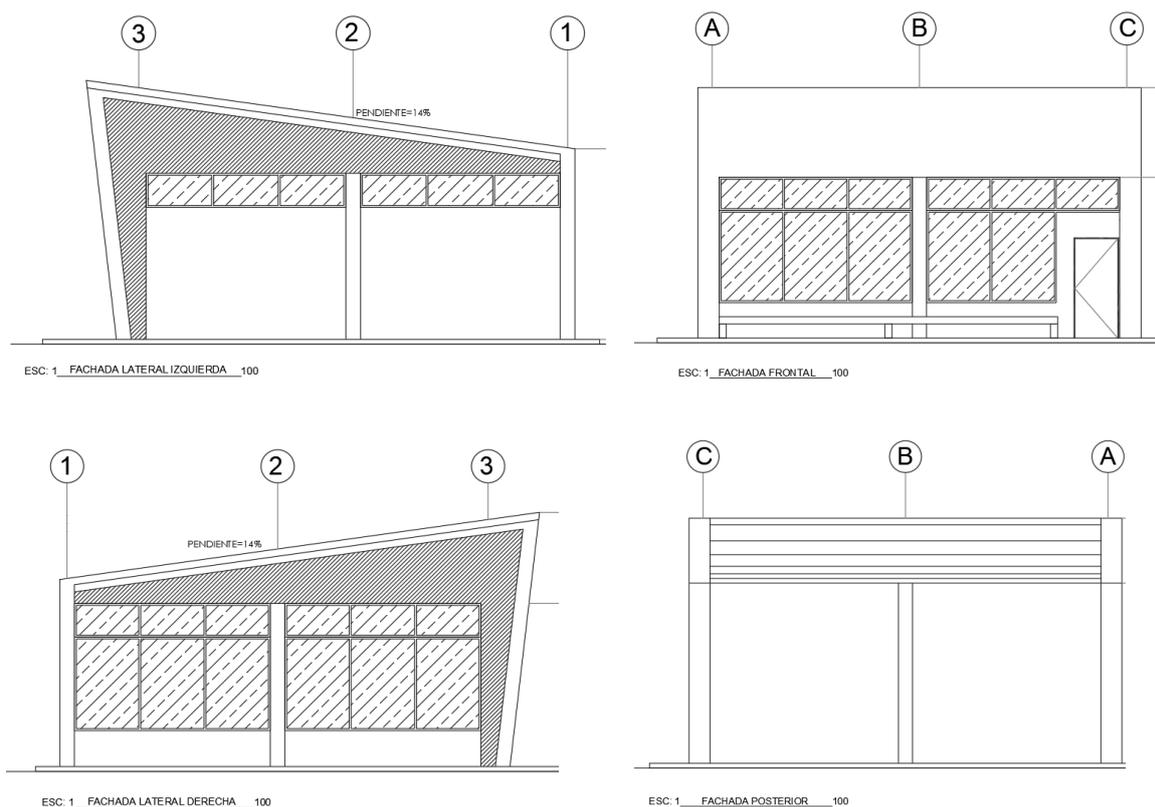


Ilustración 1 *Vistas principales del aula estándar propuesta.*

### 3.2 Tipo de investigación

La presente investigación se clasifica como no experimental, ya que tiene como finalidad emplear la metodología BIM en un caso práctico para evaluar sus ventajas y desventajas frente a la metodología tradicional en las fases de planificación y diseño de aulas. El objetivo principal es obtener resultados que sean aplicables a la mejora de procesos constructivos, centrándose en la optimización de costos y tiempos de ejecución.

### 3.3 Diseño de investigación

El diseño utilizado es no experimental, puesto que no se manipulan variables deliberadamente, sino que se observan las diferencias entre dos enfoques preexistentes: el tradicional y el BIM. Además, el alcance de este estudio es descriptivo-correlacional, ya que se busca describir las características particulares de cada método y explorar la relación entre las cantidades de obra, costos y tiempos de ejecución mediante un análisis correlacional.

### **3.4 Enfoque de investigación**

Esta investigación tiene un enfoque mixto. Se combinan datos cuantitativos obtenidos a partir de las cantidades de obra, los costos y los plazos, junto con la interpretación cualitativa de dichos resultados para proporcionar una comparación holística entre los dos enfoques metodológicos. Esto permite comprender no solo las diferencias numéricas, sino también el impacto cualitativo que dichas diferencias pueden tener en el proceso de planificación y ejecución de obras.

### **3.5 Hipótesis**

Para la presente investigación se planteó la siguiente hipótesis:

**Ho:** La implementación de la metodología BIM en las fases de planificación y diseño reduce los costos y tiempos de ejecución con base en las cantidades de obra, en comparación con la metodología tradicional.

**Ha:** La metodología BIM no reduce los costos ni los tiempos de ejecución con base en las cantidades de obra, en comparación con la metodología tradicional.

### **3.6 Método de Análisis**

#### **3.6.1 Identificación de variables**

##### **Variable Independiente**

Cantidades de obra

##### **Variable dependiente**

Costos y tiempos de ejecución

### **3.6.2 Recopilación de datos**

Al inicio de esta investigación se procedió a realizar una revisión y búsqueda acerca de las metodologías utilizadas en las fases de planificación y diseño de proyectos de construcción, para lo cual se utilizó recursos digitales como: ProQuest y revistas de alto impacto.

Para la recopilación de información en la aplicación de metodología Tradicional se recurrió al Sistema Oficial de Contratación Pública y también se pudo obtener varios datos a través de la Dirección Nacional de Infraestructura del Ministerio de Educación entidad promotora del proyecto.

En el desarrollo de la Metodología BIM, se comenzó con la redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP), a continuación, con el software Revit se realizó la modelación 3D, generando un modelo central y varios vínculos para cada tipo de ingeniería aplicada en el proyecto.

Posteriormente, se realizó el control de colisiones, para detectar y resolver las existentes en el modelo obteniendo así un proyecto depurado de errores; para este fin se utilizó el programa Navisworks.

Seguidamente utilizando la herramienta de Tablas de Planificación de Revit se calculó las cantidades de obra de los 57 rubros propuestos; estos valores fueron almacenados y procesados en Ms Excel, encontrando así el porcentaje de variación de las cantidades de obra y cuantos rubros variaron en contraste a la metodología tradicional.

El cronograma de actividades planteado en la metodología tradicional se comparó con la duración y correlación de los rubros según la secuencia del proceso constructivo. En la metodología de BIM se calculó el rendimiento de cada rubro dividiendo para la cantidad de obra según la metodología tradicional para los días de ejecución. El plazo real de ejecución

según BIM se lo obtuvo de la división de la cantidad de obra según BIM para el rendimiento calculado.

Para efectos de comparación de cálculo de costo del proyecto, se realizó un análisis de precios unitarios correspondiente a la metodología tradicional, el cual en comparación al presupuesto subió al elaborado con la metodología BIM. Se toman las cantidades de obra según las tablas de planificación de Revit, para finalmente calcular el porcentaje de variación de cada rubro.

Con el uso del software Navisworks, se integraron datos de tiempo y costo al modelo tridimensional con el objetivo de tener en forma de video el proceso constructivo del proyecto dando paso la Metodología BIM 5D.

Con la ejecución de toda la metodología se pudo evidenciar las principales ventajas y desventajas de su implementación; así como establecer las principales características de la implementación de la Metodología BIM en proyectos de infraestructura educativa., para este fin se definió un flujo de trabajo como se evidencia en la ilustración 2.

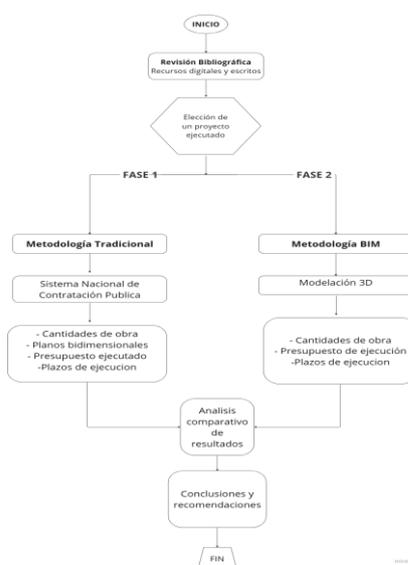


Ilustración 2: *Diagrama de flujo de trabajo*

### 3.6.3 Procedimientos para el análisis

El análisis se llevó a cabo en dos fases principales:

- **Fase 1: Análisis cuantitativo**

Se llevaron a cabo comparaciones entre los datos numéricos obtenidos mediante ambas metodologías. Se utilizaron gráficos de dispersión para representar visualmente la relación entre dos variables cuantitativas, así como gráficos de cuantiles contra cuantiles (Q-Q), que son herramientas gráficas empleadas para comparar la distribución de dos conjuntos de datos y observar las diferencias en cantidades, costos y tiempos.

- **Fase 2: Análisis correlacional**

Se utilizaron las correlaciones de Spearman para analizar la relación entre las variables clave y evaluar la significancia de las diferencias encontradas entre los métodos BIM y tradicional. Se identificaron correlaciones significativas que apoyan la hipótesis de que ambos métodos presentan similitudes en cuanto a las cantidades de obra, pero diferencias notables en términos de costos y tiempos de ejecución.

El análisis de los datos fue realizado utilizando el software IBM SPSS Statistics 19, con el fin de realizar los siguientes análisis a continuación expuestos:

#### **Pruebas de normalidad**

Las pruebas de normalidad son procedimientos estadísticos diseñados para evaluar si un conjunto de datos se ajusta a una distribución normal, también conocida como curva de Gauss, su importancia radica en la seguridad de garantizar que estamos utilizando el procedimiento correcto de pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas.

### **Distribución de datos**

Se define como la forma en que se organizan y distribuyen los valores numéricos dentro de un conjunto de datos, para esto se realiza la construcción de histogramas para observar si los datos tienden a concentrarse en un valor central, si están muy dispersos si hay valores atípicos; según la distribución que se observe se pueden decidir la utilización de pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas para extraer conclusiones más específicas y precisas.

### **Análisis de correlación**

Se define como una técnica estadística que nos permite medir y evaluar la fuerza y dirección de la relación entre dos variables numéricas, para poder predecir el valor o comportamiento de la variable dependiente sin incluir casualidad. Se definen dos tipos de correlación:

Correlación de Pearson: se la utiliza cuando las variables siguen una distribución normal y tienen una relación lineal y coeficiente ( $r$ ) varía entre -1 y 1. El valor cercano a 1 indica correlación positiva fuerte; y entre más cercano es a -1 una correlación débil o nula.

Correlación de Spearman: su uso está definido para variables que no tienen una distribución normal y su coeficiente ( $\rho$ ) también varía entre -1 y 1, pero se basa en los rangos de los datos en lugar de los valores originales.

## 4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Recopilación de datos

- **Metodología BIM**

#### **Redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP)**

El punto de inicio para el desarrollo de la Metodología BIM es la redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP) (Anexo 1), que muestra la planificación de casa etapa, niveles de detalle (LOD) para la modelación de las diferentes disciplinas, herramientas y softwares utilizados, estrategias de colaboración y un control de calidad más exhaustivo.

Este documento permitió realizar actualizaciones en la información que contiene para adaptarse a las necesidades y requisitos en el transcurso de la implementación por lo cual se lo mantuvo como un documento virtual; en contraste con la metodología tradicional que no cuenta con una hoja de ruta clara ni virtual que permita actualizaciones en tiempo real.

#### **Modelación BIM 3D**

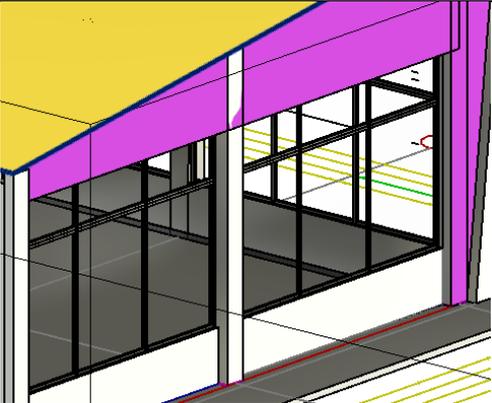
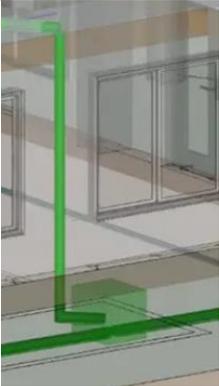
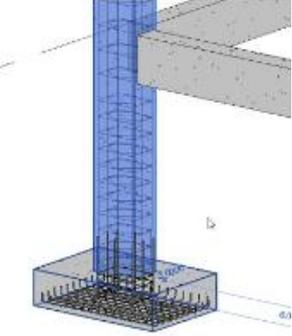
Se creó un entorno común de datos en la nube de Dropbox, creando estructuras de carpetas ordenadas según lo expuesto en la distribución del BEP, con el fin de que el intercambio de información sea de manera virtual y en tiempo real, así como se muestra en la ilustración 3.

Nombre ↑	Quiénes pueden acceder
02.01. ARQUITECTURA	☆ Solo tú
02.02. ESTRUCTURA	☆ Solo tú
02.03. INSTALACIONES	☆ Solo tú
02.04. PROGRAMACIÓN DE OBRA	☆ Solo tú

Ilustración 3: *Estructura de carpetas*

Los niveles de detalle (LOD) se estableció según las disciplinas y rubros del proyecto, con el objetivo de establecer la información que va a tener cada elemento como se menciona en la tabla 1.

Tabla 1 Niveles de detalle (LOD) de cada disciplina.

Disciplina	Nivel de detalle (LOD)	Descripción	Modelo
Arquitectura	200	Nivel intermedio de detalle que estableció las dimensiones y visualización geométrica de elementos: puertas, mamposterías, barrederas, pisos, etc.	
Instalaciones sanitarias, agua potable, Eléctricos y Electrónicos	200	Nivel intermedio, que estableció las dimensiones y geometría de tuberías, canaletas, etc.	
Estructura	300	Nivel específico, que estableció con precisión las dimensiones, formas, traslapes, ubicaciones de los elementos como: acero de refuerzo	

Continuamente se modeló todos los elementos que comprenden los rubros de Arquitectura, para darle mejor acabado al proyecto, para esta finalidad se estableció los niveles, rejillas y distribución de espacios como se muestra en la ilustración 4.

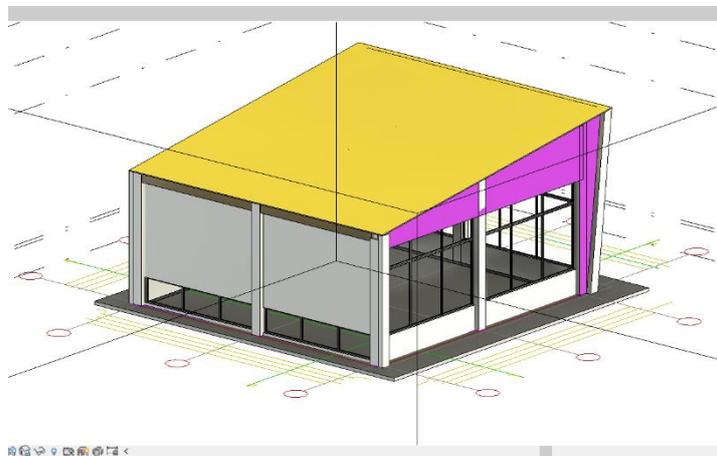


Ilustración 4 *Modelación Arquitectónica*

En la disciplina de Estructura se partió del diseño arquitectónico propuesto, para concordar con los ejes y rejillas, modelando elementos de acero de refuerzo, acero estructural, cubierta entre otros como se muestra en la ilustración 5.

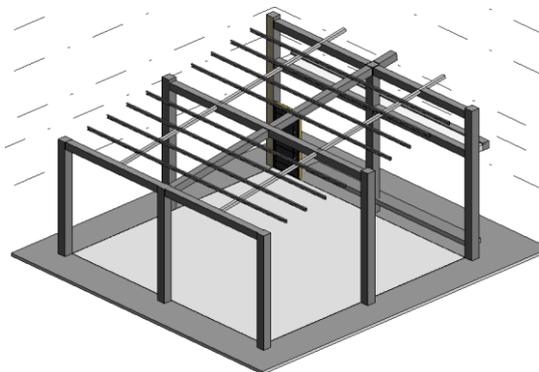


Ilustración 5 *Modelación Estructural*

Para la modelación de instalaciones eléctricas, electrónicas e hidrosanitarias se realizó una concatenación de detalles del diseño arquitectónico y estructural con la finalidad de reducir interferencias, para modelar elementos tales como tuberías, canaletas, cables, equipos eléctricos y de iluminación.

## Detección de conflictos

Con la finalización de la modelación tridimensional, utilizando el software Navisworks se realizó el control de interferencias en las que se visualiza la integración de todos los modelos de las disciplinas. De este cruce de información se detectaron varios conflictos evidenciados en la ilustración 6.

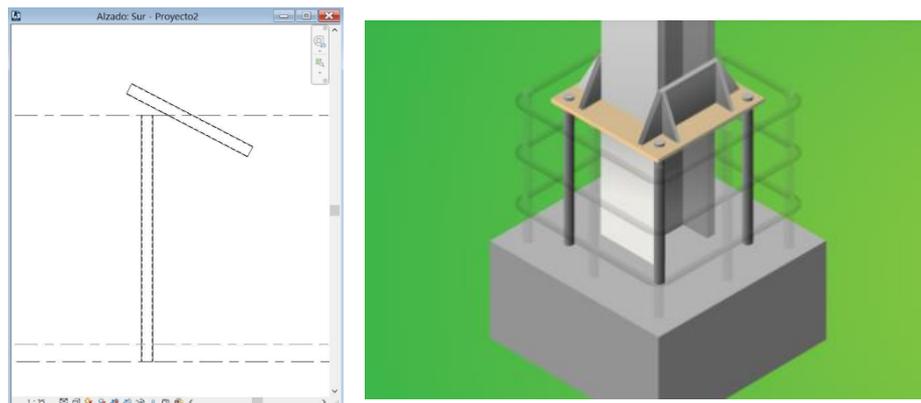


Ilustración 6 *Interferencias en el modelo*

Una vez realizado este control, se evidencio un total de 3 conflictos los cuales se muestran y se desglosan en la tabla 2, dos de estos conflictos correspondían a conflictos entre tuberías y elementos estructurales siendo resueltos en los modelos y 1 fue aprobado debido a que son uniones estructurales y no representan errores significativos en la modelación.

Tabla 2 *Conflictos en la modelación*

Disciplinas	Conflictos	Aprobados	Resueltos
Arquitectura - Estructura	3	2	1
Arquitectura - Instalaciones Sanitarias	0	0	0
Arquitectura - Eléctrico	0	0	0
Eléctrico - Instalaciones Sanitarias	0	0	0
Total:	3	2	1

## Cuantificación de cantidades de obra

Con la ayuda de las tablas de planificación de Revit, se extrajo las cantidades de obra de los 57 rubros con el fin de ser procesados en una base de datos de MS Excel para compararlas con las cantidades de obra según la metodología tradicional.

En la tabla 3, muestra la cantidad de rubros que varían la cuantificación de cantidades de obra en cada uno de los subcapítulos del proyecto.

Tabla 3 *Variación de rubros en la cuantificación*

Ítem	Subcapítulo	Total, de rubros	Total, que varía	Total, que no varía	% que varía	% que no varía
1	Preliminares	2	2	0	100%	0%
2	Movimiento de tierras	1	1	0	100%	0%
3	Cimentación	6	6	0	100%	0%
4	Estructura	4	4	0	100%	0%
5	Estructura de cubierta	5	5	0	100%	0%
6	Contrapiso	1	1	0	100%	0%
7	Pisos	2	2	0	100%	0%
8	Mampostería y albañilería	8	8	0	100%	0%
9	Carpintería metálica	5	4	1	80%	20%
10	Instalaciones hidrosanitarias	5	2	3	40%	60%
11	Instalaciones eléctricas	9	0	9	0%	100%
12	Instalaciones electrónicas	8	1	7	13%	88%
13	Trabajos complementarios	1	1	0	100%	0%
Total:		57	37	20	65%	35%

Mediante el cálculo de cantidades de obra según la metodología BIM, el 65% de rubros varía en contraste a la metodología tradicional, debido a que se encontraron inconsistencias en los diseños que se muestran en la tabla 4; los rubros que más variación presentan son los de los capítulos de Cimentación, estructura, estructura de cubierta, mampostería y albañilería esto se debe a que el cálculo de sus cantidades de obra en las unidades solicitadas son más susceptibles de errores usando la metodología tradicional.

Los rubros eléctricos y electrónicos son cuantificados mediante unidades (U) permitiendo una cuantificación más exacta y por lo tanto su variación es mínima tendiendo a cero.

Tabla 4 *Inconsistencias encontradas en el diseño*

Descripción	Documento
Incompatibilidad entre el número de aceros graficados y rotulados en el plinto tipo	Plano Estructural
Incompatibilidad entre la cantidad de la planilla de hierros con la cantidad que se muestra en el presupuesto	Plano Estructural y presupuesto

#### **Determinación del plazo del proyecto BIM 4D**

Se procedió a realizar el Diagrama de Gantt en Ms Project (Anexo 5) con la cuantificación de cantidades de obra, para poder calcular el plazo con las dos metodologías planteadas. Según la metodología tradicional se estableció un plazo de 90 días mientras que según la metodología BIM se obtuvo un plazo de ejecución de 63 días.

Según el cálculo del plazo según la metodología BIM presenta una disminución de 27 días calendario, esto debido a que hay una incidencia directa del cálculo correcto de cantidades de obra, y tomando en cuenta que se han corregido todos los inconvenientes que se presentan en la ejecución con la metodología tradicional.

#### **Cálculo del costo de proyecto**

En la tabla 5, se realizó el cálculo del presupuesto multiplicando la cantidad y obra calculada según cada metodología por el precio unitario dado por la entidad contratante; se realizó una comparación del porcentaje de variación del presupuesto, así como también el impacto en cada subcapítulo del presupuesto.

Tabla 5 Variación del presupuesto

Ítem	Subcapítulo	Presupuesto BIM (\$)	Presupuesto Tradicional (\$)	Diferencia	% Variación	Incidencia
1	Preliminares	386.74	386.99	-0.25	-0.07%	1.28%
2	Movimiento de tierras	168.98	292.98	-124.00	-42.32%	0.97%
3	Cimentación	2031.13	2047.14	-16.01	-0.78%	6.76%
4	Estructura	8835.69	8616.51	219.17	2.54%	28.44%
5	Estructura de cubierta	5622.86	5129.60	493.26	9.62%	16.93%
6	Contrapiso	2736.00	2758.80	-22.80	-0.83%	9.10%
7	Pisos	714.43	722.26	-7.83	-1.08%	2.38%
8	Mampostería y albañilería	5819.68	4232.66	1587.02	37.49%	13.97%
9	Carpintería metálica	4835.26	3447.92	1387.34	40.24%	11.38%
10	Instalaciones hidrosanitarias	574.40	574.62	-0.21	-0.04%	1.90%
11	Instalaciones eléctricas	1214.58	1214.58	0.00	0.00%	4.01%
12	Instalaciones electrónicas	588.83	588.44	0.39	0.07%	1.94%
13	Trabajos complementarios	287.92	288.11	-0.19	-0.07%	0.95%
Total:		\$ 33 816.49	\$ 30 300.62	3515.88	12.00%	

Según los datos obtenidos, existe un aumento de \$3515.88 correspondiente al 12.00% más que el presupuesto propuesto según la metodología tradicional. En el subcapítulo de estructura presenta mayor variación con un 28.44%, mientras que la menor incidencia se presenta en el subcapítulo de Instalaciones Hidrosanitarias con un 1.90%.

La variación encontrada es grande debido a que la Dirección Nacional de Infraestructura del Ministerio de Educación genera presupuestos acoplándose al monto de inversión que dispone cada año para mejorar y optimizar la infraestructura escolar nacional, esto se ve afectado por la necesidad de estandarizar estos modelos a nivel nacional, pero se debe tomar en cuenta los cambios necesarios por la geomorfología del lugar de implantación de estos espacios.

### **Construcción Virtual 5D**

Con el modelo 3D terminado se agregó en conjunto el cronograma de ejecución, así como el presupuesto de obra obteniendo así la construcción virtual denominada BIM 5D, con el fin de apreciar esto, se ejecuta el video del proceso constructivo en función del tiempo y costo (Ver Anexo 4).

Con el fin de disminuir las incertidumbres y toma de decisiones respecto a las estrategias constructivas se muestra el progreso de cada etapa; esta simulación no se puede realizar con la metodología tradicional.

- **Metodología Tradicional**

- Cantidades de obra: Revisión de planos, especificaciones técnicas y el presupuesto detallado del proyecto.
- Costos y tiempos: Informe financiero final del proyecto, facturas de proveedores, informes de avance de obra.

**Recolección de datos por rubro:**

Para cada uno de los 57 rubros, registrar:

- Cantidad ejecutada.
- Costo final.
- Tiempo real de ejecución (en días o semanas).

Los resultados de la cuantificación de cantidades de obra con la metodología BIM muestra que el 65% de rubros del proyecto presentan variación, sobre todo en los rubros que la unidad de medida requiere una cuantificación más precisa, este se debe a que el cálculo automático de las tablas de planificación de Revit se extrae una vez que se han determinado y resuelto varias incongruencias en los modelos. Este criterio se ve apoyado en lo que menciona Medina & Monzón (2023), que determina que el cálculo de cantidades de obra con la metodología BIM al ser automáticas son más precisas y no están sujetas a errores humanos como sucede en la metodología tradicional.

Con la metodología tradicional se propone un plazo de 90 días calendario, frente a 63 días calculados con la metodología BIM, esta reducción de plazo se debe a que se han resuelto varios inconvenientes e incongruencias en la simulación del proceso constructivo, lo que genera

una estrategia previa de resolución de problemas. Según Moyón et al. (2023), los proyectos ejecutados en el sector público suelen generar un plazo de holgura debido a que en las entidades públicas no se utiliza la metodología BIM.

Con respecto al cálculo de presupuesto según la metodología BIM evidencio un 12% más que el cálculo con la metodología tradicional; existen varios subcapítulos con mayor diferencia, tales como son: Movimientos de tierra, mampostería y albañilería y carpintería metálica.

Estas diferencias se evidencian debido a que el departamento técnico de Infraestructura Nacional del Ministerio de Educación genera modelos para estandarizar a nivel Nacional sin tomar en cuenta que la geomorfología y clima de los lugares de implantación cambian y se deben tomar otras consideraciones, en este caso de estudio el lugar de implantación se realizó en la ciudad de Ibarra, la cual tiene diferencias muy notorias a las que se tomaron como normales según la entidad contratante.

Después de ejecutar la metodología BIM en este caso de estudio, se evidencia varias ventajas que han tenido un alto impacto en las fases iniciales; en las entidades públicas no existe una guía local, equipo tecnológico y capacitación del personal para la aplicación de metodología BIM, dando más realce a lo que menciona Moyón et al. (2023), que el sector público del país no dispone de estándares, manuales y estrategias para su correcta implementación siendo el mayor obstáculo la inversión económica que esta aplicación comprendería.

#### **4.1.2 Análisis de datos**

El análisis de los datos fue realizado utilizando el software IBM SPSS Statistics. A continuación, se detallan las pruebas empleadas:

## Análisis descriptivo

El presente análisis descriptivo se lleva a cabo con el fin de comprender las diferencias en la distribución de frecuencias de la cantidad y el costo de los materiales entre el método BIM (Building Information Modeling) y el método tradicional.

A través de los histogramas presentados en la ilustración 7, se busca visualizar y comparar las características principales de ambos enfoques, permitiendo identificar patrones o variaciones significativas que puedan influir en la elección de un método sobre otro. Este análisis facilita una base sólida para la toma de decisiones en proyectos de construcción, proporcionando una visión objetiva de los costos y cantidades de materiales involucrados.

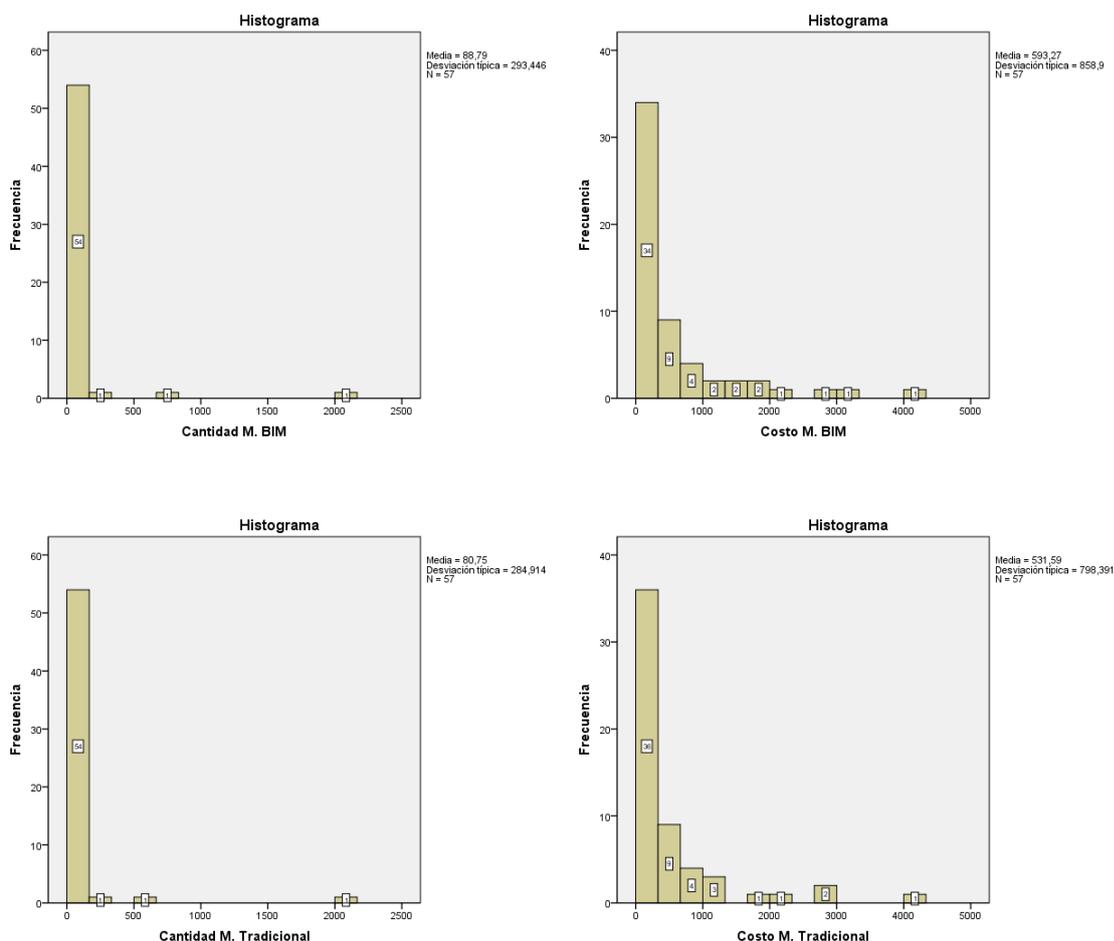


Ilustración 7 *Histogramas de análisis descriptivo*

De los histogramas presentados se destaca los siguientes puntos:

- **Concentración en valores bajos:** Tanto para la cantidad como para el costo de los materiales, en ambos métodos, la mayoría de los datos se agrupan en valores más bajos. Esto indica que la mayor parte de los proyectos analizados utilizan una cantidad y un costo de materiales relativamente menores.
- **Asimetría positiva:** La forma de los histogramas muestra una asimetría positiva, es decir, la cola de la distribución se extiende más hacia la derecha. Esto significa que existen algunos proyectos con cantidades y costos de materiales significativamente mayores que el promedio.
- **Comparación entre métodos:** Al comparar los histogramas del método BIM con los del método tradicional, no es posible identificar de manera clara y concluyente si un método resulta en cantidades o costos de materiales significativamente diferentes.

La Ilustración 8 presenta un histograma de distribución normal, que permite observar la relación entre la cantidad de materiales y el costo total tanto en el método BIM como en el método tradicional. Al comparar ambos gráficos, se evidencia una correlación positiva entre estas variables en los dos métodos, aunque con diferencias en la dispersión de los datos. Estas variaciones en la dispersión sugieren que, además de la cantidad de materiales, existen otros factores que impactan de manera diferente el costo final en cada enfoque, lo cual es fundamental para identificar las particularidades y posibles ventajas de cada metodología.

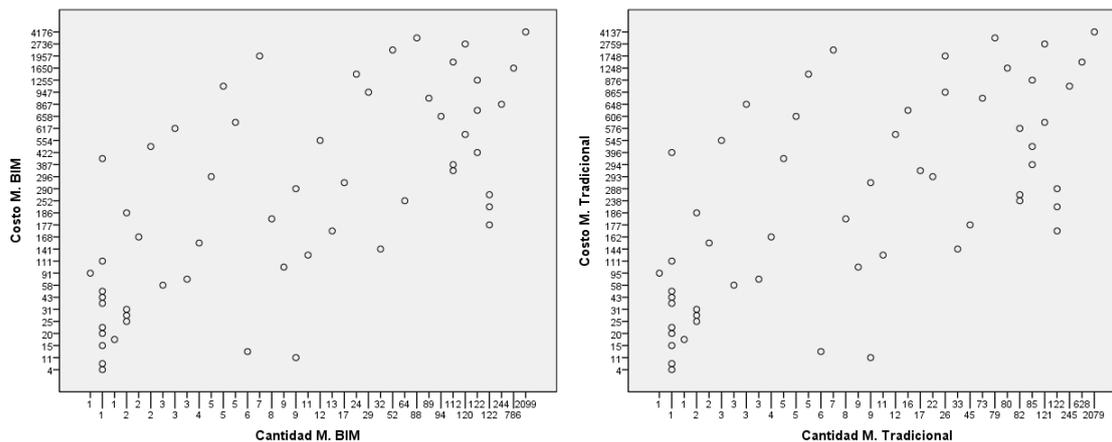


Ilustración 8 *Histograma de distribución normal.*

### Pruebas de normalidad

Con el fin de verificar la distribución de los datos, se empleó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para evaluar la normalidad de los costos y cantidades bajo los métodos BIM y tradicional. Los resultados obtenidos se exponen en la tabla 6; indican que los datos no siguen una distribución normal, ya que el valor p resultante es menor a 0.05.

Tabla 6 *Pruebas de normalidad*

	Cantidad M. BIM	Kolmogórov-Smirnov <sup>a</sup>		
		Estadístico	gl	Sig.
Costo M. BIM	1	,362	10	,001
	2	,428	4	.
	9	,260	2	.
	112	,371	3	.
	120	,260	2	.
	122	,207	3	.
	122	,271	3	.
Costo M. Tradicional	1	,362	10	,001
	2	,428	4	.
	9	,260	2	.
	112	,371	3	.
	120	,260	2	.
	122	,207	3	.
	122	,271	3	.

### Resultados del análisis:

- Costo M. BIM: Estadístico de 0.362,  $p = 0.001$ .
- Costo M. Tradicional: Estadístico de 0.362,  $p = 0.001$ .

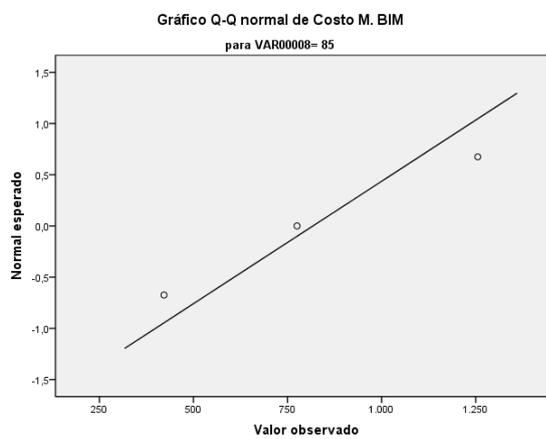
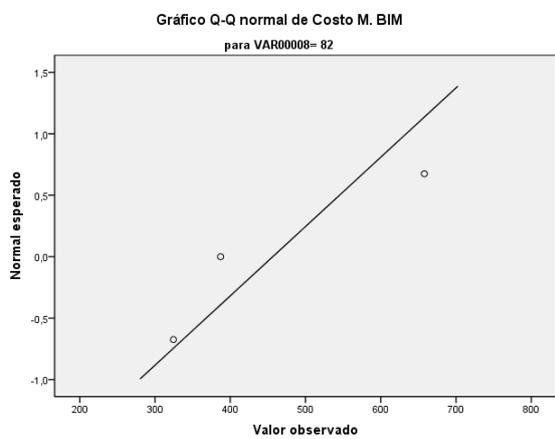
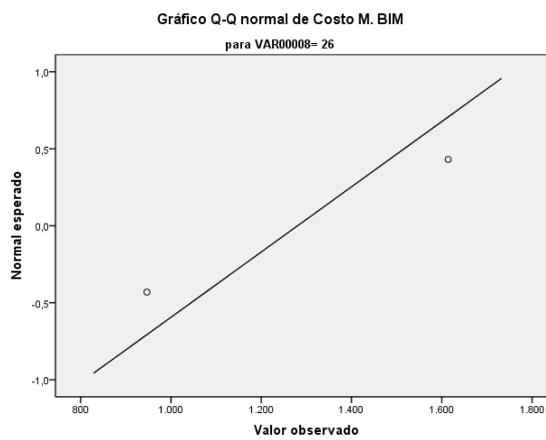
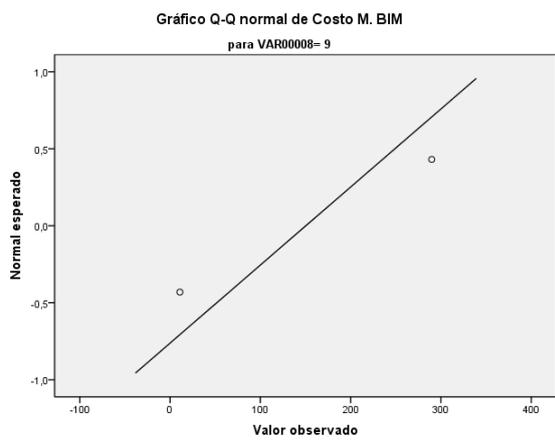
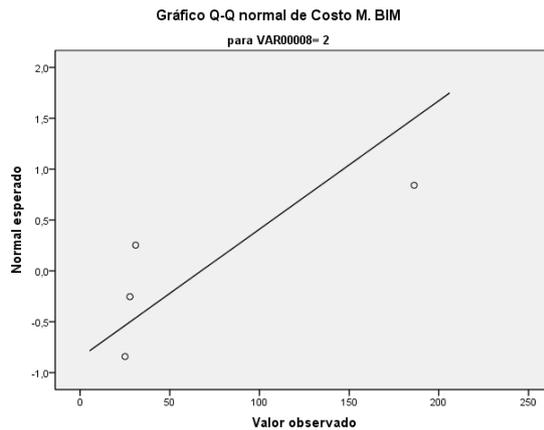
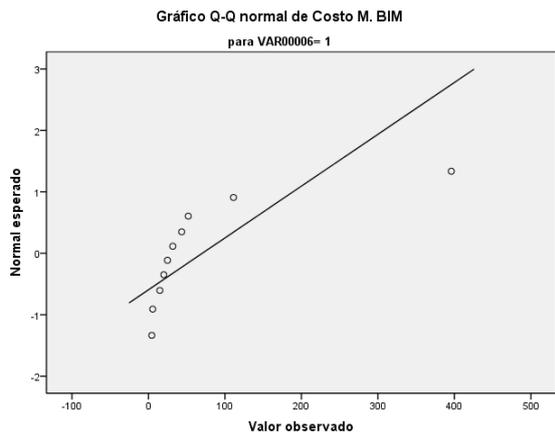
Debido a la falta de normalidad en los datos, se optó por utilizar métodos no paramétricos para los análisis subsecuentes.

#### **Método BIM:**

En el análisis de costos bajo BIM, el estadístico de Kolmogórov-Smirnov para el grupo principal de datos es de **0.362** con un nivel de significancia (p) de **0.001**, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal, ya que el valor p es menor a 0.05. Esto sugiere que podría ser necesario un tratamiento adicional o la aplicación de métodos no paramétricos en el análisis. Los demás valores corresponden a subconjuntos de datos o cantidades específicas con tamaños de muestra pequeños ( $gl = 2, 3, \text{ o } 4$ ), para los cuales los resultados no arrojan significancia clara, ya que no se reporta el valor p, solo los estadísticos.

#### **Método Tradicional:**

El resultado del análisis en los costos del método tradicional muestra un comportamiento similar al de BIM, con un estadístico de **0.362** y un valor p de **0.001**, confirmando que los costos bajo este método también se desvían de la normalidad. De manera similar al método BIM, los demás subconjuntos de datos presentan valores de los estadísticos sin información adicional sobre su significancia, así se evidencia en la ilustración 9.



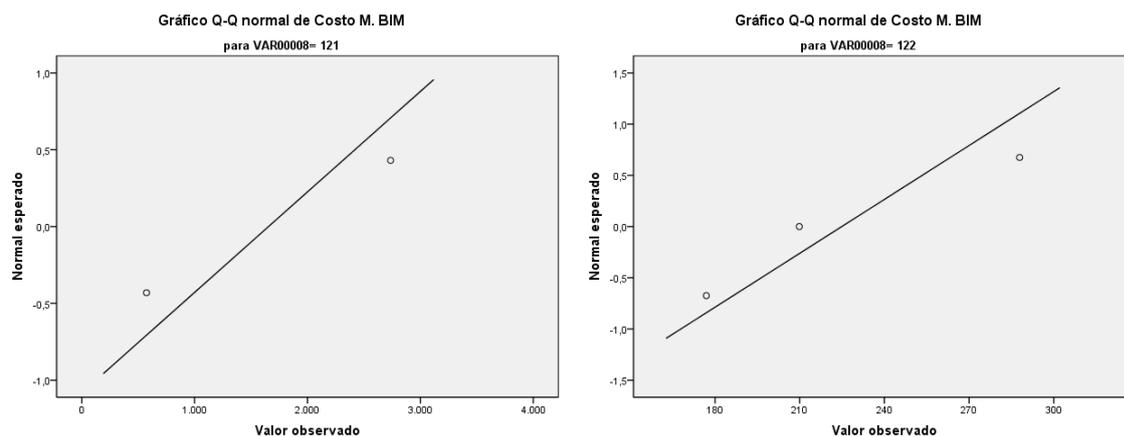


Ilustración 9 Gráficos Q-Q normales

## Análisis de Correlación

Se empleó el coeficiente Rho de Spearman para evaluar las correlaciones entre las cantidades de obra y los costos en ambos métodos (BIM y tradicional). A continuación, se presentan algunos de los resultados más relevantes en la tabla 7:

Tabla 7 Correlaciones

Rho Spearman	de Cantidad BIM	M. Coeficiente de correlación	de	Cantidad M. BIM 1,000	Costo M. BIM ,683**	Cantidad Tradicional ,998**	M. Costo Tradicional ,657**
		Sig. (bilateral)		.	,000	,000	,000
		N		57	57	57	57
	Costo BIM	M. Coeficiente de correlación	de	,683**	1,000	,678**	,988**
		Sig. (bilateral)		,000	.	,000	,000
		N		57	57	57	57
	Cantidad Tradicional	M. Coeficiente de correlación	de	,998**	,678**	1,000	,658**
		Sig. (bilateral)		,000	,000	.	,000
		N		57	57	57	57
	Costo Tradicional	M. Coeficiente de correlación	de	,657**	,988**	,658**	1,000
		Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	.
		N		57	57	57	57

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

### **Resultados del análisis:**

- Cantidad M. BIM vs Cantidad M. Tradicional:  $Rho = 0.998$ ,  $p = 0.000$ .
- Costo M. BIM vs Costo M. Tradicional:  $Rho = 0.988$ ,  $p = 0.000$ .

Estos resultados indican una correlación significativa y positiva entre las cantidades y los costos bajo ambas metodologías. La alta correlación entre las cantidades de obra en ambos métodos sugiere que, a pesar de las diferencias en el proceso de planificación y ejecución, las cantidades de material requeridas son comparables entre los dos enfoques. Asimismo, la correlación entre los costos indica que las variaciones en costos entre los dos métodos están estrechamente relacionadas.

### **4.2 Discusión de resultados**

Los resultados obtenidos permiten establecer una comparación detallada entre las metodologías BIM y tradicional en las fases de planificación y diseño de infraestructura educativa. Se analizaron tres variables principales: cantidades de obra, costos y tiempos de ejecución, cuyos resultados arrojan importantes conclusiones que se detallan a continuación.

#### **Distribución de los datos**

Al aplicar la prueba de Kolmogórov-Smirnov para verificar la normalidad de los datos, tanto para cantidades de obra como para costos en ambos métodos, se concluye que los datos no siguen una distribución normal ( $p < 0.05$ ). Este comportamiento puede deberse a la variabilidad intrínseca de los proyectos y las diferencias entre las metodologías empleadas. Por tanto, el uso de pruebas no paramétricas, como el coeficiente de correlación de Spearman, fue necesario para garantizar que las conclusiones fueran estadísticamente válidas.

#### **Cantidades de obra**

El análisis de correlación entre las cantidades de obra en ambos métodos mostró una correlación muy alta ( $Rho = 0.998$ ,  $p = 0.000$ ), lo que implica que, en términos de cantidad de

material requerido, no existen diferencias significativas entre los dos enfoques. Este hallazgo sugiere que tanto BIM como el método tradicional coinciden en las estimaciones de cantidades de obra, independientemente de las diferencias en los procesos de planificación.

### **Costos**

En lo que respecta a los costos, también se observó una correlación elevada ( $Rho = 0.988$ ,  $p = 0.000$ ) entre los costos bajo ambas metodologías. Sin embargo, un análisis más detallado sugiere que BIM tiene ciertas ventajas cualitativas, especialmente en cuanto a precisión y control del presupuesto. BIM permite prever con mayor exactitud posibles sobrecostos mediante simulaciones previas a la ejecución, lo que potencialmente puede reducir desviaciones presupuestarias. Este resultado es particularmente importante en proyectos con restricciones de recursos, donde el control del costo es crucial para evitar sobrecostos no planificados.

### **Tiempos de ejecución**

Los tiempos de ejecución, aunque no se correlacionaron directamente en el mismo análisis, mostraron diferencias favorables para el método BIM en el proceso cualitativo de revisión. La capacidad de BIM de simular digitalmente la secuencia de construcción y anticipar problemas permite una planificación más eficiente, lo que contribuye a la reducción de tiempos de ejecución. Por el contrario, el enfoque tradicional tiende a ser más rígido, lo que a menudo provoca retrasos debido a la menor flexibilidad para ajustar el proceso sobre la marcha.

### **Evaluación de la hipótesis**

Con base en los resultados obtenidos, la hipótesis nula ( $H_0$ ) —que postula que la metodología BIM reduce los costos y tiempos de ejecución en comparación con la metodología tradicional— no puede ser rechazada. Las correlaciones encontradas entre las cantidades y los costos, junto con las observaciones sobre los tiempos de ejecución, respaldan la idea de que

BIM ofrece ventajas significativas en la planificación y ejecución de proyectos, particularmente en términos de optimización de recursos y eficiencia en tiempos.

Aunque las cantidades de obra son prácticamente las mismas en ambos métodos, la capacidad de BIM para gestionar mejor el proyecto global y reducir los riesgos imprevistos en la ejecución ofrece una ventaja que puede ser crítica para proyectos complejos o con altos requerimientos de precisión, como es el caso de la infraestructura educativa en estudio.

## 5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

La recopilación de documentos y planos del proyecto “Construcción de aulas escolares en las unidades educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del Distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urcuqui - Educación, Cantón Ibarra, perteneciente a la Coordinación Zonal 1 – Educación”, los cuales demuestran un presupuesto de 57 rubros agrupados en 13 subcapítulos, con un plazo programado de 90 días con una inversión de \$30 300.62; esto calculado con la metodología tradicional.

Se ejecutó la redacción del Plan de ejecución BIM (BEP), manifestando con el nivel de detalle (LOD) 200 para la modelación de las disciplinas de arquitectura e instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y electrónicas y 300 para estructura, para que este acorde a los objetivos del proyecto de investigación.

Utilizando software como Revit, Navisworks y Ms Project, se almaceno y proceso la información obtenida, para generar la codificación de archivos y estandarización de nombres y ubicaciones en la nube de Dropbox, sirviendo esto como hoja de ruta para la ejecución de la metodología BIM en este caso de estudio.

Se realizo la modelación tridimensional con un total de 57 rubros en los cuales se detectaron 3 conflictos los cuales dos fueron resueltos y uno fue aprobado, siendo este el soporte principal para la diferenciación de cantidades de obra a extraer según el software Revit.

Debido a que todas las disciplinas del proyecto se integraron en un único modelo y se detectaron las interferencias; el 65% de rubros presentaron variaciones en la cuantificación de cantidades de obra con respecto a la metodología tradicional, lo cual genera un cálculo de cantidades de obra automatizada y sin errores involuntarios humanos.

Esta variación de cantidades de obra afecta directamente al plazo de ejecución, según la metodología tradicional propuso un plazo de 90 días calendarios y según la metodología BIM el plazo es de 63 días, esta holgura de plazo según la entidad contratante se provee al contratista con el fin de dar espacio para la solución de inconvenientes en el proceso de construcción que a su manera de evaluar son lo normal de cualquier ejecución de obra civil.

Según la metodología tradicional el presupuesto de ejecución del proceso es de \$30 300.62 y según la metodología BIM es de \$33 816.49 representando un 12% de aumento, esto se debe a que en varias directrices de la misma entidad contratante se solicita la estandarización de estos modelos sin tomar en cuenta el lugar de implantación, y que varios rubros deben ser ejecutados en mayor cantidad para el óptimo uso de estos espacios.

Añadiendo al modelo tridimensional el plazo y el presupuesto calculado se obtuvo la construcción virtual BIM 5D, tomando como base el video del proceso constructivo se obtuvo la inversión en función del tiempo, esto se realizó con el fin de evaluar y planificar cada una de las etapas y disminuir la incertidumbre en la ejecución, siendo esta la principal ventaja que ofrece la metodología BIM en contraste con la metodología tradicional.

La principal ventaja que la implementación de la metodología BIM en etapas iniciales ofrece es la centralización de la información en modelos integrados y de fácil acceso para todos los participantes del proyecto en tiempo real; además que el cálculo de cantidades de obra es exacto y se obtiene simulaciones 5D de todo el proceso evaluándolo según la inversión en función del tiempo lo cual permite que todas los inconvenientes e incertidumbres sean aminoradas en su totalidad.

La desventaja más fuerte que se presentó en la implementación de la metodología BIM es la inexistencia de una guía local de implementación, equipo tecnológico en mal estado y el

poco o ningún conocimiento de herramientas BIM y la poca inversión en el sector público en la optimización de procesos de diseño y planificación de proyectos de infraestructura.

A partir de este análisis estadístico, se concluye que la metodología BIM tiene el potencial de mejorar significativamente la gestión de proyectos de infraestructura educativa en comparación con el método tradicional. Las principales ventajas observadas incluyen:

Por lo tanto, se puede afirmar que la implementación de BIM no solo contribuye a una mejora cuantitativa en términos de costos y tiempos, sino que también optimiza la calidad del proceso constructivo y la eficiencia global del proyecto. Estos resultados confirman la utilidad de la metodología BIM como una herramienta clave en la planificación y diseño de infraestructuras educativas.

## **5.2 Recomendaciones**

Esta investigación se centró en la implementación de la metodología BIM en las fases de planificación y diseño, se recomienda que se investigue la comparación de las dos metodologías en todo el ciclo de vida del proyecto para poder evidenciar y contrastar con lo realizado en la realidad y se pueda generar y fomentar una guía de implementación local de metodología BIM en el sector público del país.

Así mismo, se recomienda que las instituciones públicas a cargo de la ejecución de proyectos de infraestructura física a nivel nacional realicen la inversión financiera necesaria para que se adquiera el equipo tecnológico adecuado, acceso a las herramientas de Software como herramientas BIM y capacitación del personal en la implementación de la metodología BIM; asumiendo esta inversión como una optimización de uso de recursos financieros a largo plazo.

## 6. CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, F. (2016). *Aplicación de modelo BIM para proyectos de infraestructura vial* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador].  
<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/25988>
- Arellano, K., & Castillo, T. (2021). Evaluación del uso de BIM en las primeras fases de aplicación. *Revista Ingeniería de Construcción*.
- Bermúdez, C., & Quintero, J. (2021). *Beneficios de la adopción BIM en proyectos de infraestructura vial: una revisión sistemática*. Universidad Católica de Colombia.
- Cacsire, A., Gonzalez, J., Macedo, V., & Medina, G. (2020). *Utilización de la metodología BIM en la fase de diseño de la infraestructura educativa N°2026 Simón Bolívar - Distrito de Comas - Lima, en la empresa Chung y Tong Ingenieros SAC*. [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/653505>
- Calisaya, R., & Camarena, R. (2021). *Diseño sismo resistente en infraestructura educativa aplicando metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan de Lurigancho - 2021* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77505>
- Castillo, T., Andrade, A., Valladolid, J., & Noboa, D. (2023). AVANCES EN LA INGENIERÍA CIVIL. *EDITORIAL UNACH*, 1–130.  
<https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.99>
- Castro, A., & Yoctún, R. (2023). Evaluación del flujo de trabajo en la fase de diseño, a través del uso de la metodología BIM-VDC aplicado en una edificación multifamiliar en Lima. *Informes de La Construcción*, 75(570). <https://doi.org/10.3989/ic.6181>
- Ccora, N. (2018). *Costo de las interferencias constructivas de edificaciones con la aplicación de la Metodología BIM*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

- Chavarría, E. (2018). *LA METODOLOGÍA BIM PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DE LA CARRETERA LURICOCHA-PACCHANCCA, AYACUCHO 2018*. Universidad César Vallejo.
- Choclán, F., Soler, M., & González, R. (2014). *INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM*. <https://www.researchgate.net/publication/284159764>
- Díaz, M. (2018). *CAMBIANDO EL CHIP EN LA CONSTRUCCIÓN, DEJANDO LA METODOLOGÍA TRADICIONAL DE DISEÑO CAD PARA AVENTURARSE A LO MODERNO DE LA METODOLOGÍA BIM*. Universidad Católica de Colombia.
- Espinoza, J., García, K., Pumayali, A., & Montejó, R. (2020). FACTORES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL DISEÑO DE CONDOMINIOS EN PIURA - 2019. *TZHOECOEN*, 12(1), 38–52. <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1244>
- Esquerdo, L. (2024). *Aplicación de la metodología BIM a una obra pública*. Universidad de Alicante.
- Masias, J. (2020). *La implementación de la metodología BIM para la mejora de la productividad en proyectos de edificación, Lima, 2020*. Universidad César Vallejo.
- Medina, C., & Monzón, J. (2023). *Aplicación de la metodología BIM 5D, en la construcción del local escolar Santa Juana de Lestonnac, en el distrito de Chepén, departamento de La Libertad* [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>
- Mojica, A., Valencia, D., Gómez, A., & Alvarado, Y. (n.d.). *Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso*. Retrieved October 15, 2024, from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750927004>

- Moyón, C., Samaniego, E., & Castillo, T. (2023). *Factores que dificultan al gobierno ecuatoriano el impulso de la Metodología Building Information Modeling (BIM)* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10594>
- Oussouboure, G., & Delgado, R. (2016). La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM. *Revista de Arquitectura e Ingeniería, 11*.
- Panca, M. (2022). *La metodología BIM en el diseño de proyectos de edificación en una empresa constructora, Juliaca - 2022*. Universidad César Vallejo.
- Porras, H., Sánchez, O., Galvis, J., Jaimez, N., & Castañeda, K. (2015). Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *ENTRAMADO, 11(1)*, 230–249. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>
- Quino, R. (2022). *Metodología BIM y su incidencia en la Gestión de Proyectos de Edificación en una Empresa Constructora Privada, Lima 2021*. Universidad César Vallejo.
- Ramos, E. (2019). *METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA*. Universidad Peruana Los Andes.
- Rivera, A., & Saigua, S. (2023). *Consecuencias en costo y plazo en proyectos de construcción por el bajo nivel de uso de la metodología BIM*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Rojas, R. (2019). *COMPARATIVA EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE 04 NIVELES, APLICANDO MÉTODOS TRADICIONALES Y METODOLOGÍA BIM - CONCEPCIÓN 2018*. Universidad Peruana Los Andes.
- Saldias Silva, R. (2015). *ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE REALIZAR UNA COORDINACIÓN DIGITAL DE PROYECTOS CON TECNOLOGÍAS BIM* [UNIVERSIDAD DE CHILE]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103904>

Sierra, L. (2016). *GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON METODOLOGÍA BIM “BUILDING INFORMATION MODELING”* .

Subsecretaría de Administración Escolar. (2022). *Proyecto de Reestructuración integral de infraestructura educativa*.

Trejo, N. (2018). *ESTUDIO DE IMPACTO DEL USO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN*.

Valverde, D. (2021). *La metodología BIM como elemento vehicular en la docencia de Grado en Ingeniería de Edificación*. 1–6. <https://doi.org/10.4995/edificate2021.2021.13592>

Villena, F., García, T., Ballesteros, P., & Pellicer, E. (2019). *INFLUENCE OF BIM IN CONSTRUCTION COMPANIES INNOVATION*.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Villoria, P., Fuentes, B., & Del Rio, M. (2014). BIM EN EL GRADO DE EDIFICACIÓN: LA EXPERIENCIA DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. *Spanish Journal of BIM*, 01.

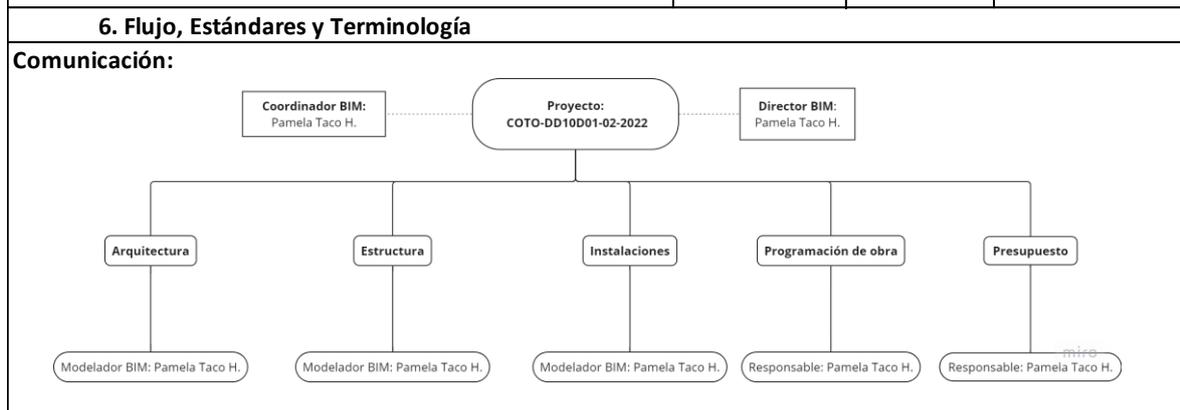
## 7. CAPITULO VII. ANEXOS

### 7.1 Anexo 1. Plan de ejecución BIM (BEP)

PLAN DE EJECUCIÓN BIM				
<b>1. Información del Proyecto</b>				
<b>Nombre del proyecto:</b>	Construcción de aulas escolares, baterías sanitarias e implementación de juegos infantiles, en las unidades educativas Teodoro Gómez y 28 de septiembre, del Distrito 10D01 Ibarra Pimampiro San Miguel de Urququi - Educación, cantón Ibarra, perteneciente a la Coordinación Zonal 1 – Educación			
<b>Descripción del proyecto:</b>	Se pretende la construcción de un aula, batería sanitaria e infraestructura menor estandarizadas según el Ministerio de educación, para beneficiar el proceso de enseñanza aprendizaje de las instituciones educativas mencionadas.			
<b>Ubicación del proyecto:</b>	Av. Teodoro Gómez entre Rocafuerte y Salinas, Parroquia San Francisco, Cantón Ibarra, provincia de Imbabura.			
<b>Tipo de contrato:</b>	Cotización de obras			
<b>Código de proceso:</b>	COTO-DD10D01-02-2022			
<b>Fases del proyecto</b>	<b>Fecha estimada inicio</b>	<b>Fecha estimada finalización</b>	<b>Responsable</b>	
Fase de Planificación	8-ene-24	18-ene-24	Pamela R. Taco H.	
Fase de Diseño	19-ene-24	29-ene-24	Pamela R. Taco H.	
Fase de Programación de Obra	30-ene-24	7-feb-24	Pamela R. Taco H.	
Fase de presupuesto	8-feb-24	23-feb-24	Pamela R. Taco H.	
<b>2. Equipo del Proyecto</b>				
<b>Rol</b>	<b>Nombre</b>	<b>ID</b>	<b>Email</b>	<b>Teléfono</b>
Director BIM	Pamela Taco H.	IPT	rosapamelatacohernandez@gmail.com	988376438
Coordinador BIM	Pamela Taco H.	IPT	rosapamelatacohernandez@gmail.com	988376438
Modelador BIM	Pamela Taco H.	IPT	rosapamelatacohernandez@gmail.com	988376438
<b>3. Objetivos del proyecto Alcances y usos BIM</b>				
<b>Objetivo General</b>				
Garantizar que toda la información sea la necesaria, suficiente y de calidad para la buena interoperabilidad en las fases del proyecto				
<b>Prioridad</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Uso BIM relacionado</b>	<b>Responsable</b>	
Alta	Crear el entorno común de datos para el proyecto.	Trabajo colaborativo	IPT	
Media	Generar el modelo 3D de arquitectura, partiendo de la documentación obtenida.	Modelado Arquitectónico	IPT	
Media	Generar el modelo 3D de estructura, partiendo de la documentación obtenida.	Modelado Estructural	IPT	
Media	Generar el modelo 3D de las instalaciones, partiendo de la documentación obtenida.	Modelado de Instalaciones (MEP)	IPT	
Alta	Controlar la colisión de los modelos para minimizar los errores en la coordinación	Coordinación 3D	IPT	
Alta	Realizar cronograma y simulación visual de construcción, partiendo del modelo 3D	Planificación de obra	IPT	
Alta	Estimar cantidades y costos de construcción	Estimaciones de cantidades y costos	IPT	
Alta	Generar los entregables completos del proyecto. (Planos y Visualizaciones)	Documentación del proyecto	IPT	

4. Criterios LOD		
Criterios LOD		LOD
Disciplina	Actividad	
Arquitectura	Mamposterías	200
	Puertas	200
	Ventanas	200
	Cielo Raso Falso	200
	Mobiliario	200
	Pisos	200
	Cubierta	300
Estructura	Cimentación	300
	Cadenas	300
	Losa	300
	Columnas	300
	Vigas	300
	Estructura de acero	300
MEP	Hidrosanitaria	200
	Eléctrico	200
	Datos	200

5. Plataformas para el desarrollo del Proyecto			
USO BIM	Software	Versión	Formato
Modelado 3D de Arquitectura	AutoDesk Revit	2023	.rvt
Modelado 3D de Estructura			
Modelado 3D Instalaciones			
Estimacion de cantidades de Obra			
Control de colisiones	Navisworks Mange	2023	.ifc .nwf
Cronograma	Mycrosoft Project	2016	.mmp
Programación de Obra/ Simulacion Visual	Navisworks Mange	2023	.ifc .nwf
Elaboración del presupuesto			



Calendario del Intercambio de Información			
Intercambio de Información	Disciplina	Frecuencia	Día
Modelos 3D	Todas	Cada semana	Sábados 10 am
Programación de Obra	Todas	Terminados los modelos	
Presupuesto	General	Terminados los modelos	

<b>Medición y Sistema de Coordenadas</b>	
<b>Unidades que se utilizará en el proyecto</b>	<b>Coordenadas que se utilizará en el proyecto</b>
Se utilizará unidades del Sistema Internacional (SI) con dos decimales de precisión.	Se utilizará las coordenadas UTM WGS 84 en su proyección cartográfica UTM Z17S
<b>Almacenamiento</b>	
Se utilizará el almacenamiento compartido en la nube de DROPBOX.	
<b>Estrategia de Colaboración</b>	
<pre> graph TD     Ing[Ingenierías (IPT)] &lt;--&gt; MC{Modelo Central (DROPBOX)}     Arq[Arquitectura (IPT)] &lt;--&gt; MC     PO[Programación de Obra (IPT)] &lt;--&gt; MC     Pres[Presupuesto (IPT)] &lt;--&gt; MC   </pre>	
<b>Estructura de carpetas</b>	
0.1.- Documentos Técnicos 02.- Modelos 3D 02.01.- Arquitectura 02.02.- Estructura 02.03.- Instalaciones 02.03.01.- Hidrosanitario / Agua Potable 02.03.02.- Eléctrico 02.04.- Programación de Obra 03.- Entregables	
<b>Manejo de Archivos</b>	

P1-IEM-IPT-3D-ARQ-001.rvt

Número Proyecto	Siglas del Proyecto	Autor	Tipo de archivo	Disciplina	Versión
P1	IEM	IPT	3D	ARQ	001

SIGLAS DEL PROYECTO	CÓDIGO
Infraestructura Educativa Menor	IEM

Tipo de Archivo	Código
Modelo 3D	3D
Modelo 2D	2D
Planos	PP

Disciplina	Código
Arquitectura	ARQ
Estructura	EST
HS / AP	AAP
Eléctrico	ELE

7. Definición de Entregas		
Disciplina	Contenido del Modelo	Descripción del Modelo
Arquitectura	Plantas y detalles	Planos con todos los detalles arquitectónicos correspondientes acotados
	Arquitectonicos	
	Elevación y cortes	
	Modelos 3D	
Estructura	Detalles Estructurales y de Armaduras	Planos con todos los detalles destructurales correctamente acotados, incluyendo planillas de materiales
Agua Potable y Sanitario	Rutas de Tuberías	Plano con rutas de tuberías establecidas, incluyendo simbología
Eléctrico	Planos de circuitos	Planos de circuitos, incluyendo simbología
Programación de Obra	Cronograma de Obra	Cronograma, incluyendo video de la simulación de las disciplinas
Presupuesto	Cantidades y Costos	Presupuesto generado con mediaciones del modelo

#### Calendario de entregas

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	NIVEL BIM	ene-24 SEMANAS				feb-24 SEMANAS			
				1	2	3	4	1	2	3	4
				Plan de ejecución BIM	Redactar BEP	Pamela Taco H.	3D		50%	100%	
Arquitectura	Modelado de: Mamposterías, Puertas, Ventanas, Cielo raso, Mobiliario, Pisos y Cubierta	Pamela Taco H.	3D				50%	100%			
Estructura	Modelado de: Cimentación, Cadenas, Columnas, Vigas, Losas, Estructura de acero.	Pamela Taco H.	3D				50%	100%			
MEP	Modelado de: Instalaciones de Agua Potable, Sanitario, Eléctrico y Datos.	Pamela Taco H.	3D					50%	100%		
Planificación de Obra	Cronograma con simulación visual del proceso constructivo.	Pamela Taco H.	4D						100%		
Presupuesto	Presupuesto General con mediciones de los modelos.	Pamela Taco H.	5D						50%	100%	
Entregables	Generar todos los entregables del proyecto: planos, simulaciones, etc.	Pamela Taco H.	Todos							100%	

8. Documentos de Referencia
British Standard PASS-1192 de Reino Unido
BIM Essential Guide de Singapur
BIM Guidelines version 1.6 de University of Southern California de EE. UU.
Estructura BEP impartida por Mgs. Pablo Pinto en el Máster de Gestión de la Construcción

## 7.2 Anexo 2. Cuantificación de cantidades de obra

Ítem	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
<b>1.00</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	122.00	122.08	-0.07%
1.02	REPLANTEO MANUAL PARA	m2	122.00	122.08	-0.07%
<b>2.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.01	EXCAVACION MANUAL EN CIMIENTOS Y	m3	12.85	22.28	-42.32%
<b>3.00</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
3.01	HORMIGON CICLOPEO 60% H.S.Y 40%	m3	5.43	5.04	7.18%
3.02	RELLENO HIDROCOMPACTADO CON	m3	1.22	1.29	-5.43%
3.03	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO, F'C=180	m3	0.61	0.64	-4.69%
3.04	HORMIGON SIMPLE PLINTOS, F'C=210	m3	3.06	3.21	-4.67%
3.05	HORMIGON SIMPLE EN CADENAS F'C=210	m3	2.46	2.59	-5.02%
3.06	RELLENO COMPACTADO CON SUELO	m3	11.46	11.45	0.09%
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				
4.01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM 8-12	kg	2098.63	2079.11	0.93%
4.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM 14-	kg	785.57	628.43	20.00%
4.03	HORMIGON SIMPLE EN COLUMNAS F'C=210	m3	4.89	5.13	-4.68%
4.04	HORMIGON SIMPLE VIGAS, F'C=210	m3	6.59	6.92	-4.77%
<b>5.00</b>	<b>ESTRUCTURA DE CUBIERTA</b>				
5.01	ESTRUCTURA METALICA ASTM A 36	kg	244.20	244.55	-0.14%
5.02	CORREA METALICA 100 X 50 X 15 X 3MM;	m	88.88	73.08	17.78%
5.03	PLACA BASE A36 - INCLUYE ANCLAJE CON	kg	17.06	17.11	-0.29%
5.04	CUBIERTA INCLINADA DE PANELES	m2	88.22	78.62	10.88%
5.05	CUBIERTA DE POLICARBONATO	m2	4.50	4.78	-5.86%
<b>6.00</b>	<b>CONTRAPISO</b>				
6.01	CONTRAPISO H.S. F'C=210KG/CM2, E=10	m2	120.00	121.00	-0.83%
<b>7.00</b>	<b>PISOS</b>				
7.01	ALISADO DE PISO DE HORMIGON, CON	m2	120.00	121.00	-0.83%
7.02	BARREDERA DE CUCHO H=8CM	m	32.30	33.00	-2.12%
<b>8.00</b>	<b>MAMPOSTERIA Y ALBAÑILERIA</b>				
8.01	MAMPOSTERIA DE BLOQUE PRENSADO	m2	111.89	80.00	28.50%
8.02	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR,	m2	93.73	82.00	12.51%
8.03	ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR CON	m2	121.89	85.00	30.26%
8.04	ENLUCIDO DE FILOS Y FRANJAS	m	64.00	45.00	29.69%
8.05	EMPASTE INTERIOR	m2	111.89	82.00	26.71%
8.06	EMPASTE EXTERIOR	m2	121.89	85.00	30.26%
8.07	PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LATEX	m2	111.89	82.00	26.71%
8.08	PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LATEX	m2	121.89	85.00	30.26%
<b>9.00</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
9.01	PUERTA DE TOOL	m2	2.23	2.10	5.83%
9.02	CERRADURA DE SEGURIDAD DE 70MM	u	1.00	1.00	0.00%
9.03	VENTANA DE ALUMINIO NATURAL FIJA	m2	52.19	16.02	69.30%
9.04	VENTANA DE ALUMINIO NATURAL Y	m2	24.05	26.05	-7.68%
9.05	REJAS EN VENTANA VARILLA CUADRA DE	m2	28.52	26.05	8.66%
<b>10.00</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANTARIAS</b>				
10.01	BAJANTE PVC DE AGUAS LLUVIAS 110MM	m	8.00	7.96	0.50%
10.02	CANAL RECOLECTOR DE AGUAS LLUVIAS	m	8.60	8.60	0.00%
10.03	ACCESORIOS CANAL RECOLECTOR DE	u	2.00	2.00	0.00%
10.04	PROVISION E INSTALACION DE TUBERIA	m	3.35	3.40	-1.47%
10.05	CAJA DE REVISION DE LADRILLO	u	2.00	2.00	0.00%

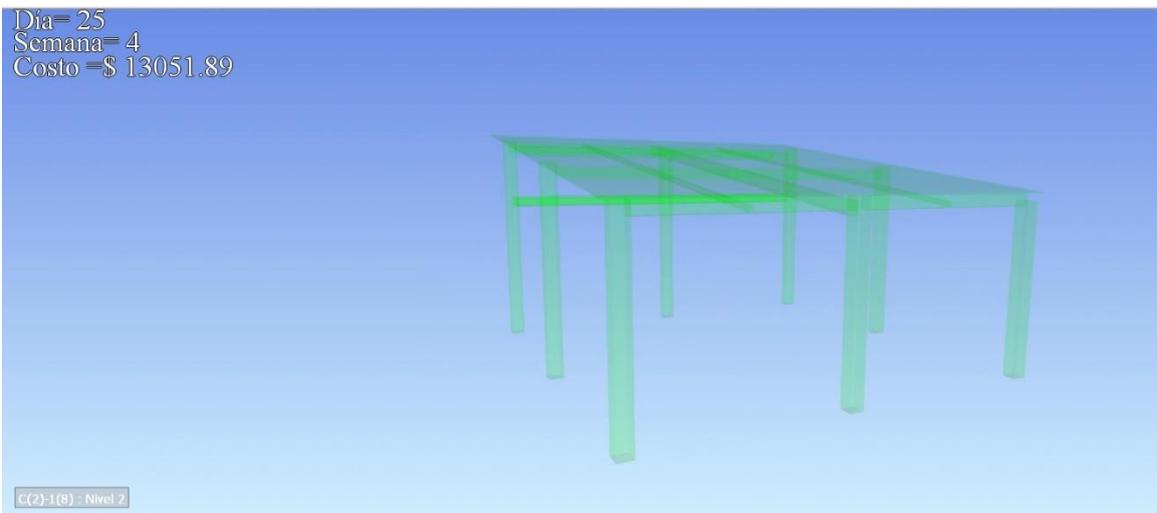
Ítem	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
<b>11.00</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
11.01	PUNTO DE ILUMINACION 2X12AWG	pto	12.00	12.00	0.00%
11.02	LUMINARIA LED 2X18W/120V/6000°K	u	9.00	9.00	0.00%
11.03	PUNTO INTERRUPTOR DOBLE (APLIQUE)	pto	1.00	1.00	0.00%
11.04	PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE 110 V	pto	4.00	4.00	0.00%
11.05	CENTRO DE CARGA 2 FASES/4ESP/100A	u	1.00	1.00	0.00%
11.06	BREAKER SOBREPUESTO 1 POLO / 16A	u	2.00	2.00	0.00%
11.07	BREAKER ENCHUFABLE 1 POLO / 20A	u	2.00	2.00	0.00%
11.08	PROVISION E INSTALACION DE APLIQUE	u	3.00	3.00	0.00%
11.09	ANCLAJE LUMINARIA CON CADENA 1	m	9.00	9.00	0.00%
<b>12.00</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRONICAS</b>				
12.01	JACK RJ-45 CAT 6A BLINDADO	u	1.00	1.00	0.00%
12.02	FACEPLATE, NO INCLUYE JACK	u	1.00	1.00	0.00%
12.03	CERTIFICACION DE PUNTOS DE DATOS DE	u	1.00	1.00	0.00%
12.04	PUNTO PARA SALIDA HDMI	pto	1.00	1.00	0.00%
12.05	PATCH PANEL 24 PUERTOS CAT 6A	u	1.00	1.00	0.00%
12.06	PATCH CORD F/UTP CAT. 6A DE 3M	u	1.00	1.00	0.00%
12.07	PATCH CORD F/UTP CAT 6A DE 1M	u	1.00	1.00	0.00%
12.08	CABLE FUTP CAT 6A BLINDADO	m	6.20	6.00	3.23%
<b>13.00</b>	<b>TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>				
13.01	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	122.00	122.08	-0.07%

### 7.3 Anexo3. Variación del costo

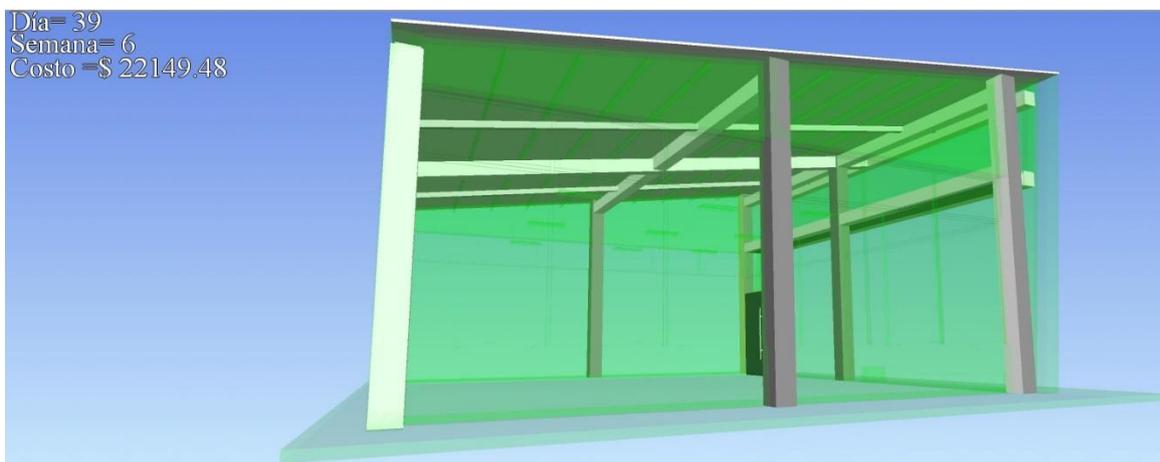
Ítem	Rubro / Descripción	Unidad	Precio Unitario	Costo M. BIM	Costo M. Tradicional	% Variación
<b>1.00</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
1.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	1.72	209.84	209.98	-0.07%
1.02	REPLANTEO MANUAL PARA	m2	1.45	176.9	177.02	-0.07%
<b>2.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
2.01	EXCAVACION MANUAL EN CIMIENTOS Y	m3	13.15	168.9775	292.98	-42.32%
<b>3.00</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>					
3.01	HORMIGON CICLOPEO 60% H.S.Y 40%	m3	120.3	653.229	606.31	7.18%
3.02	RELLENO HIDROCOMPACTADO CON	m3	13.81	16.8482	17.81	-5.43%
3.03	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO, F' C=180	m3	149.14	90.9754	95.45	-4.69%
3.04	HORMIGON SIMPLE PLINTOS, F' C=210	m3	201.78	617.4468	647.71	-4.67%
3.05	HORMIGON SIMPLE EN CADENAS F' C=210	m3	210.28	517.2888	544.63	-5.02%
3.06	RELLENO COMPACTADO CON SUELO	m3	11.81	135.3426	135.22	0.09%
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURA</b>					
4.01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM 8-12	kg	1.99	4176.2737	4137.43	0.93%
4.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM 14-	kg	2.1	1649.697	1319.70	20.00%
4.03	HORMIGON SIMPLE EN COLUMNAS F' C=210	m3	215.3	1052.817	1104.49	-4.68%
4.04	HORMIGON SIMPLE VIGAS, F' C=210	m3	296.95	1956.9005	2054.89	-4.77%
<b>5.00</b>	<b>ESTRUCTURA DE CUBIERTA</b>					
5.01	ESTRUCTURA METALICA ASTM A 36	kg	3.55	866.91	868.15	-0.14%
5.02	CORREA METALICA 100 X 50 X 15 X 3MM;	m	9.85	875.468	719.84	17.78%
5.03	PLACA BASE A36 - INCLUYE ANCLAJE CON	kg	17.15	292.579	293.44	-0.29%
5.04	CUBIERTA INCLINADA DE PANELES	m2	37.31	3291.4882	2933.31	10.88%
5.05	CUBIERTA DE POLICARBONATO	m2	65.87	296.415	314.86	-5.86%
<b>6.00</b>	<b>CONTRAPISO</b>					
6.01	CONTRAPISO H.S. F' C=210KG/CM2, E=10	m2	22.8	2736	2758.80	-0.83%
<b>7.00</b>	<b>PISOS</b>					
7.01	ALISADO DE PISO DE HORMIGON, CON	m2	4.78	573.6	578.38	-0.83%
7.02	BARREDERA DE CUCHO H=8CM	m	4.36	140.828	143.88	-2.12%
<b>8.00</b>	<b>MAMPOSTERIA Y ALBAÑILERIA</b>					
8.01	MAMPOSTERIA DE BLOQUE PRENSADO	m2	15.6	1745.484	1248.00	28.50%
8.02	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR,	m2	7.02	657.9846	575.64	12.51%
8.03	ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR CON	m2	10.3	1255.467	875.50	30.26%
8.04	ENLUCIDO DE FILOS Y FRANJAS	m	3.94	252.16	177.30	29.69%
8.05	EMPASTE INTERIOR	m2	3.46	387.1394	283.72	26.71%
8.06	EMPASTE EXTERIOR	m2	6.36	775.2204	540.60	30.26%
8.07	PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LATEX	m2	2.9	324.481	237.80	26.71%
8.08	PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LATEX	m2	3.46	421.7394	294.10	30.26%
<b>9.00</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>					
9.01	PUERTA DE TOOL	m2	75.18	167.6514	157.88	5.83%
9.02	CERRADURA DE SEGURIDAD DE 70MM	u	43.44	43.44	43.44	0.00%
9.03	VENTANA DE ALUMINIO NATURAL FIJA	m2	39.53	2063.0707	633.27	69.30%
9.04	VENTANA DE ALUMINIO NATURAL Y	m2	67.12	1614.236	1748.48	-7.68%
9.05	REJAS EN VENTANA VARILLA CUADRA DE	m2	33.2	946.864	864.86	8.66%
<b>10.00</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANTARIAS</b>					
10.01	BAJANTE PVC DE AGUAS LLUVIAS 110MM	m	23.24	185.92	184.99	0.50%
10.02	CANAL RECOLECTOR DE AGUAS LLUVIAS	m	11.38	97.868	97.87	0.00%
10.03	ACCESORIOS CANAL RECOLECTOR DE	u	13.88	27.76	27.76	0.00%
10.04	PROVISION E INSTALACION DE TUBERIA	m	22.87	76.6145	77.76	-1.47%
10.05	CAJA DE REVISION DE LADRILLO	u	93.12	186.24	186.24	0.00%

Ítem	Rubro / Descripción	Unidad	Precio Unitario	Costo M. BIM	Costo M. Tradicional	% Variación
<b>11.00</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
11.01	PUNTO DE ILUMINACION 2X12AWG	pto	46.19	554.28	554.28	0.00%
11.02	LUMINARIA LED 2X18W/120V/6000°K	u	32.2	289.8	289.80	0.00%
11.03	PUNTO INTERRUPTOR DOBLE (APLIQUE)	pto	31.78	31.78	31.78	0.00%
11.04	PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE 110 V	pto	40.52	162.08	162.08	0.00%
11.05	CENTRO DE CARGA 2 FASES/4ESP/100A	u	52.02	52.02	52.02	0.00%
11.06	BREAKER SOBREPUESTO 1 POLO / 16A	u	15.47	30.94	30.94	0.00%
11.07	BREAKER ENCHUFABLE 1 POLO / 20A	u	12.52	25.04	25.04	0.00%
11.08	PROVISION E INSTALACION DE APLIQUE	u	19.25	57.75	57.75	0.00%
11.09	ANCLAJE LUMINARIA CON CADENA 1	m	1.21	10.89	10.89	0.00%
<b>12.00</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRONICAS</b>					
12.01	JACK RJ-45 CAT 6A BLINDADO	u	14.88	14.88	14.88	0.00%
12.02	FACEPLATE, NO INCLUYE JACK	u	4.32	4.32	4.32	0.00%
12.03	CERTIFICACION DE PUNTOS DE DATOS DE	u	5.52	5.52	5.52	0.00%
12.04	PUNTO PARA SALIDA HDMI	pto	111.19	111.19	111.19	0.00%
12.05	PATCH PANEL 24 PUERTOS CAT 6A	u	396.02	396.02	396.02	0.00%
12.06	PATCH CORD F/UTP CAT. 6A DE 3M	u	24.85	24.85	24.85	0.00%
12.07	PATCH CORD F/UTP CAT 6A DE 1M	u	20.02	20.02	20.02	0.00%
12.08	CABLE FUTP CAT 6A BLINDADO	m	1.94	12.028	11.64	3.23%
<b>13.00</b>	<b>TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>					
13.01	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	2.36	287.92	288.11	-0.07%

#### 7.4 Anexo 4. Simulación del proceso constructivo BIM 5D

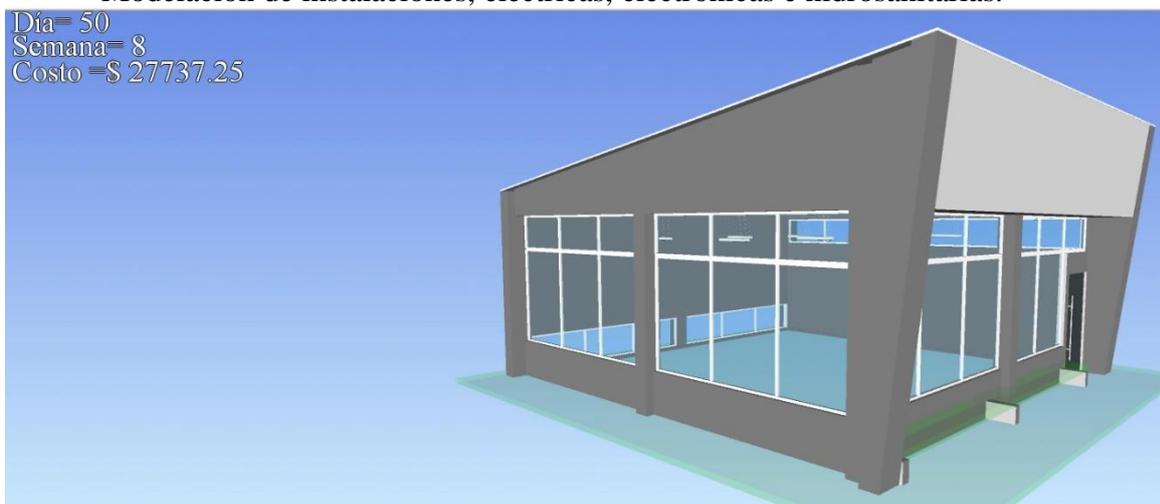


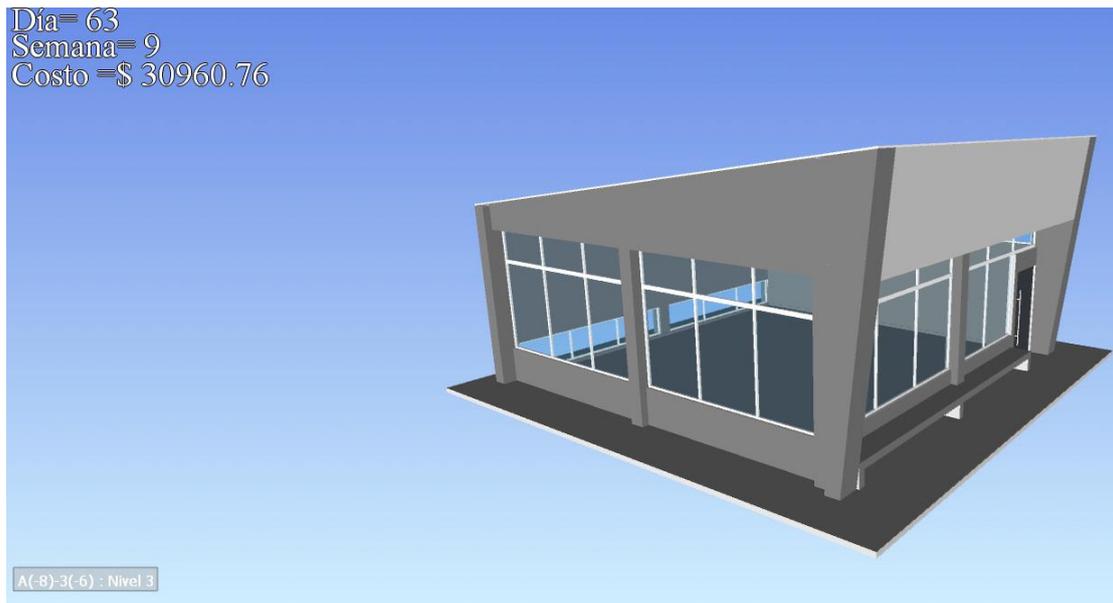
Ejecución de cimentación, cadenas, vigas, y columnas



Modelación de la disciplina de arquitectura; mamposterías, puertas y ventanas

Modelación de instalaciones, eléctricas, electrónicas e hidrosanitarias.



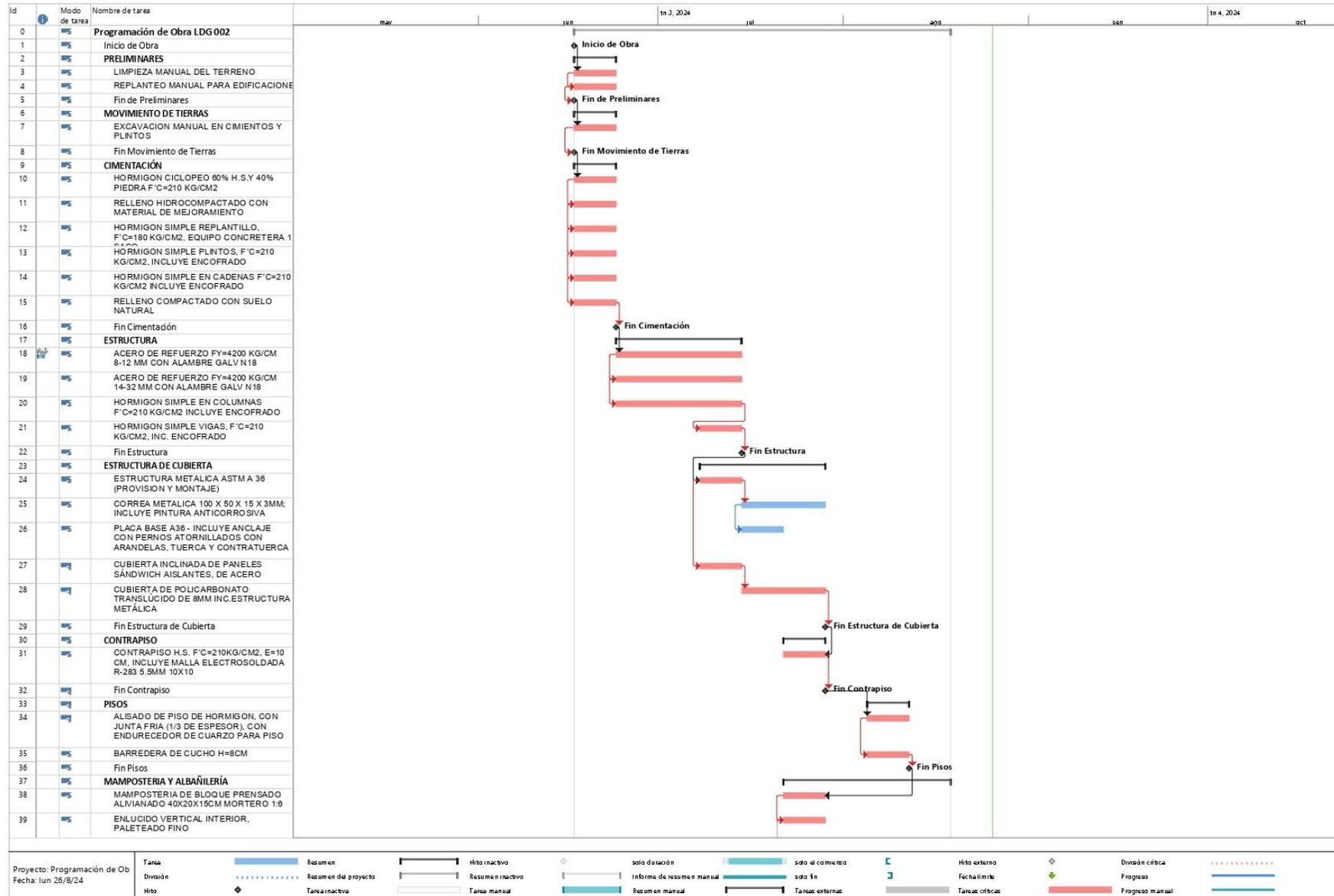


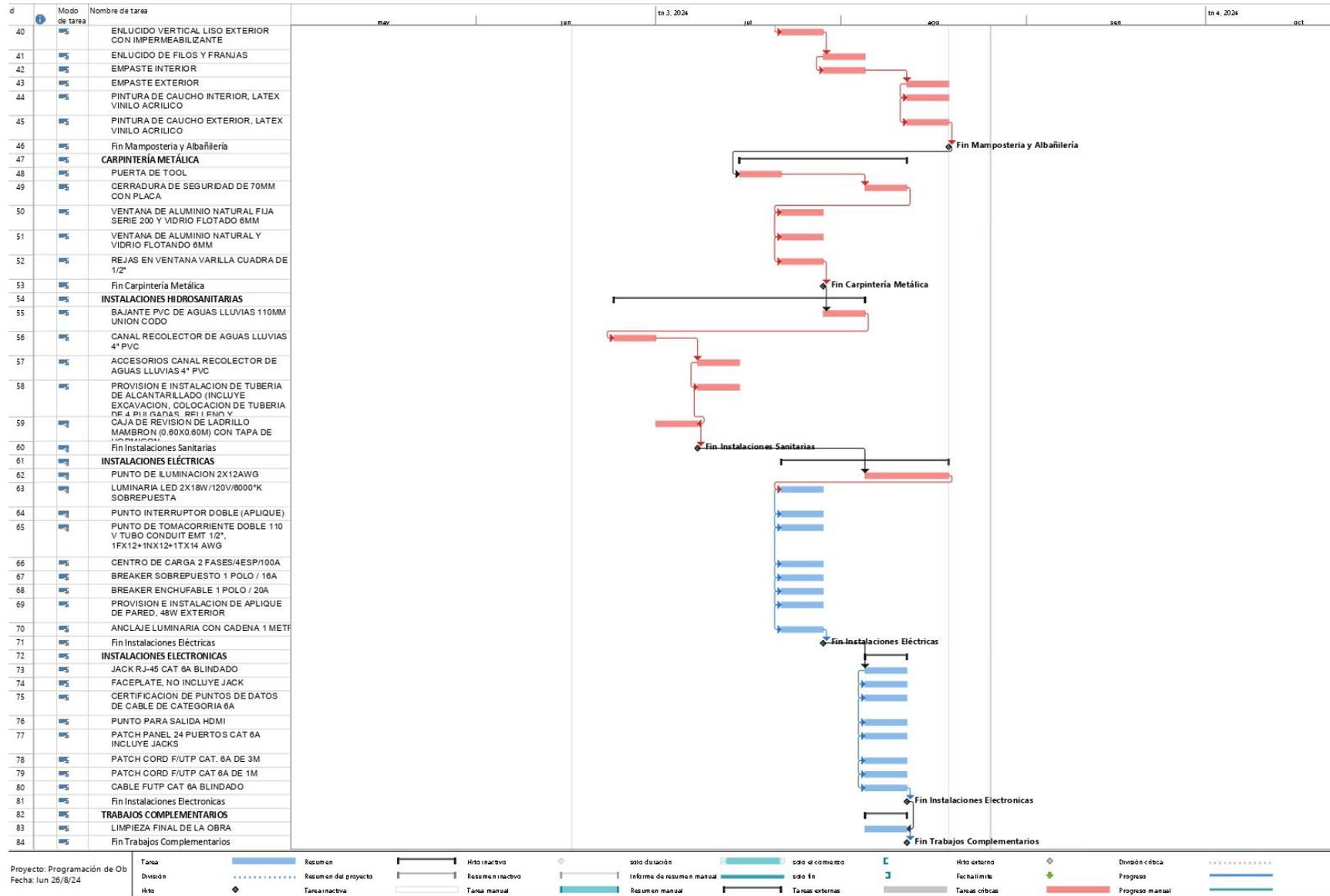
Modelo finalizado a los 63 días de ejecución.

Link de acceso a la simulación BIM 5D completo:

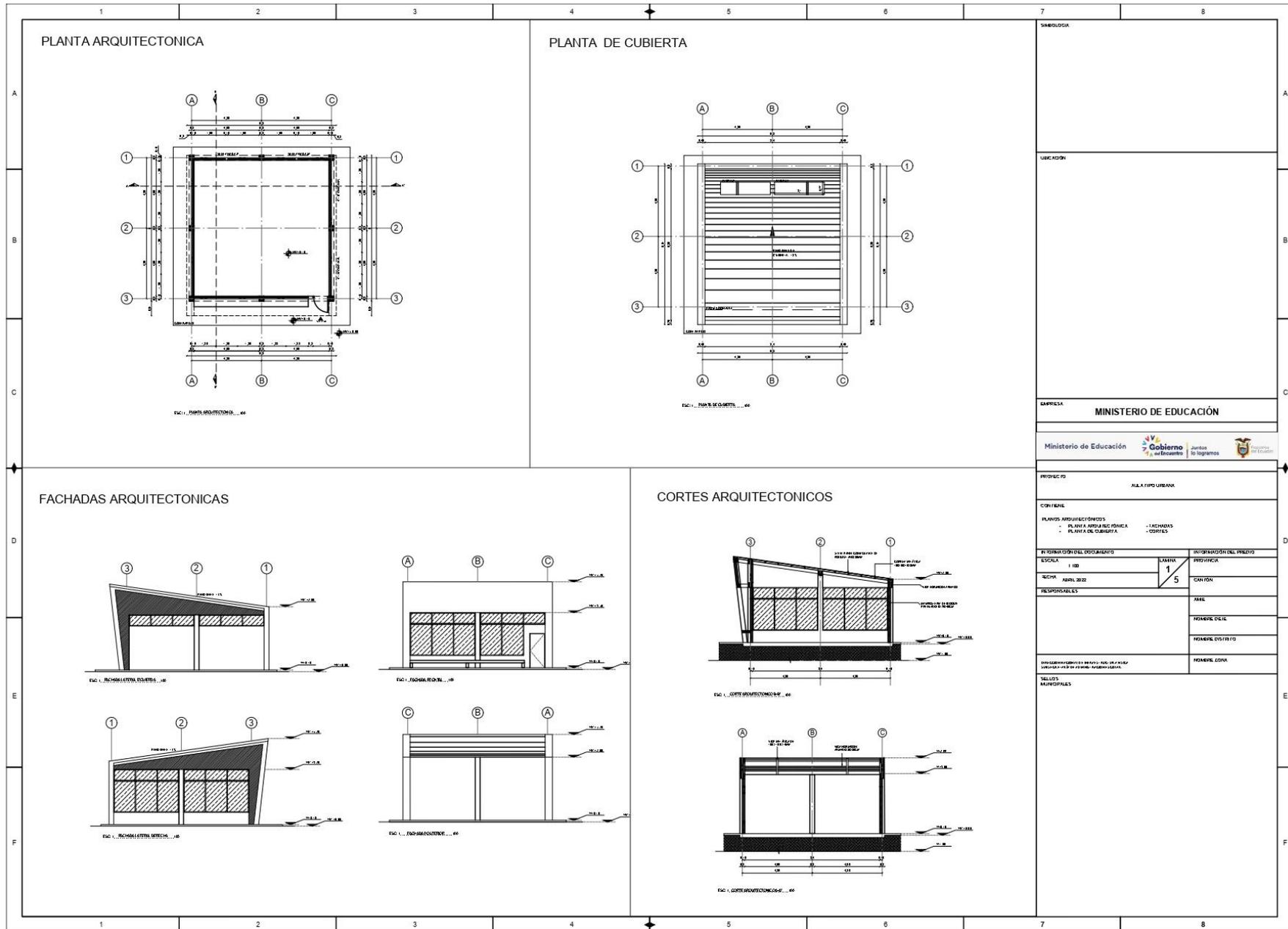
<https://drive.google.com/file/d/1t0wBaBmMIOArP70SAniBJLvoeWZE9wCZ/view?usp=sharing>

## 7.5 Anexo 5. Diagrama de Gantt

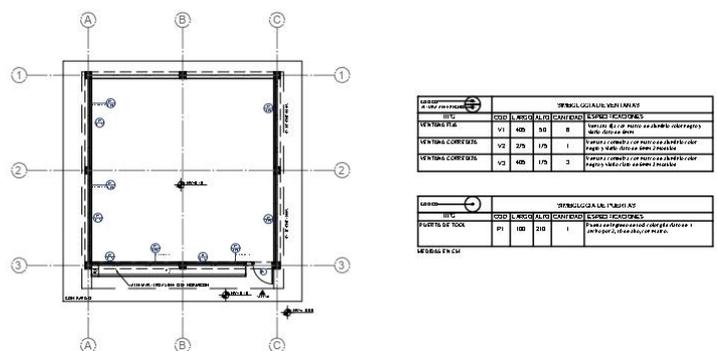




**7.6 Anexo 6. Planos recopilados del proyecto**



### CUADRO DE PUERTAS Y VENTANAS



SERIELOGIA DE VENTANAS					
SERIE	COD	L	ALTO	CONTENIDO	ESPECIFICACIONES
VENTANA V1	400	500	500	8	Ventana de tipo aluminio con marco negro de 80x50 cm.
VENTANA CORREDEA V2	375	175	1	1	Ventana corrediza de aluminio con marco negro de 80x50 cm.
VENTANA CORREDEA V3	400	175	3	1	Ventana corrediza de aluminio con marco negro de 80x50 cm.

SERIELOGIA DE PUERTAS					
SERIE	COD	L	ALTO	CONTENIDO	ESPECIFICACIONES
PUERTA DE TELA P1	100	200	1	1	Puerta de tela de aluminio con marco negro de 80x50 cm.

FIG. 1. PLANTA PROYECTADA ... 40

**SINOPSIS**

**UBICACION**

---

**EMPRESA**

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN**



---

**PROYECTO**

ALTA TIPO URBANA

---

**CONTIENE**

PLANOS DE ACABADOS  
PLANOS DE PUERTAS Y VENTANAS  
ACABADOS

---

BY FIRMA DEL DOCUMENTO		BY FIRMA DEL PROYECTO	
BOCINA	2	PROYECTOR	5
FECHA	ABRIL 2022	CANTON	

---

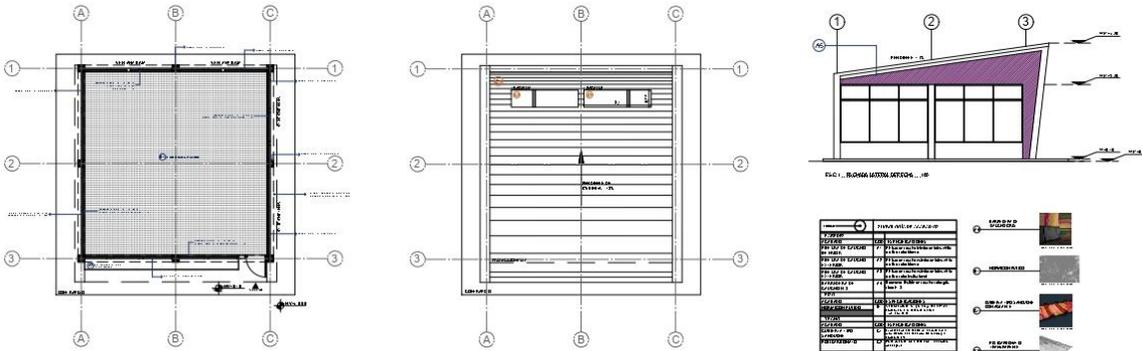
**RESPONSABLES**

	NOMBRE
	NOMBRE COMPLETO
	NOMBRE DE FIRMA
	NOMBRE CONTRA

---

**SELLOS MUNICIPALES**

### CUADRO DE ACABADOS



SERIELOGIA DE ACABADOS					
SERIE	COD	L	ALTO	CONTENIDO	ESPECIFICACIONES
ACABADO A1	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A2	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A3	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A4	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A5	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A6	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A7	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A8	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A9	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A10	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A11	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A12	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A13	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A14	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A15	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A16	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A17	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A18	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A19	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.
ACABADO A20	100	200	1	1	Acabado de pintura blanca mate.

FIG. 1. PLANTA PROYECTADA ... 40

**PROYECTO**

ALTA TIPO URBANA

---

**CONTIENE**

PLANOS DE ACABADOS  
PLANOS DE PUERTAS Y VENTANAS  
ACABADOS

---

BY FIRMA DEL DOCUMENTO		BY FIRMA DEL PROYECTO	
BOCINA	2	PROYECTOR	5
FECHA	ABRIL 2022	CANTON	

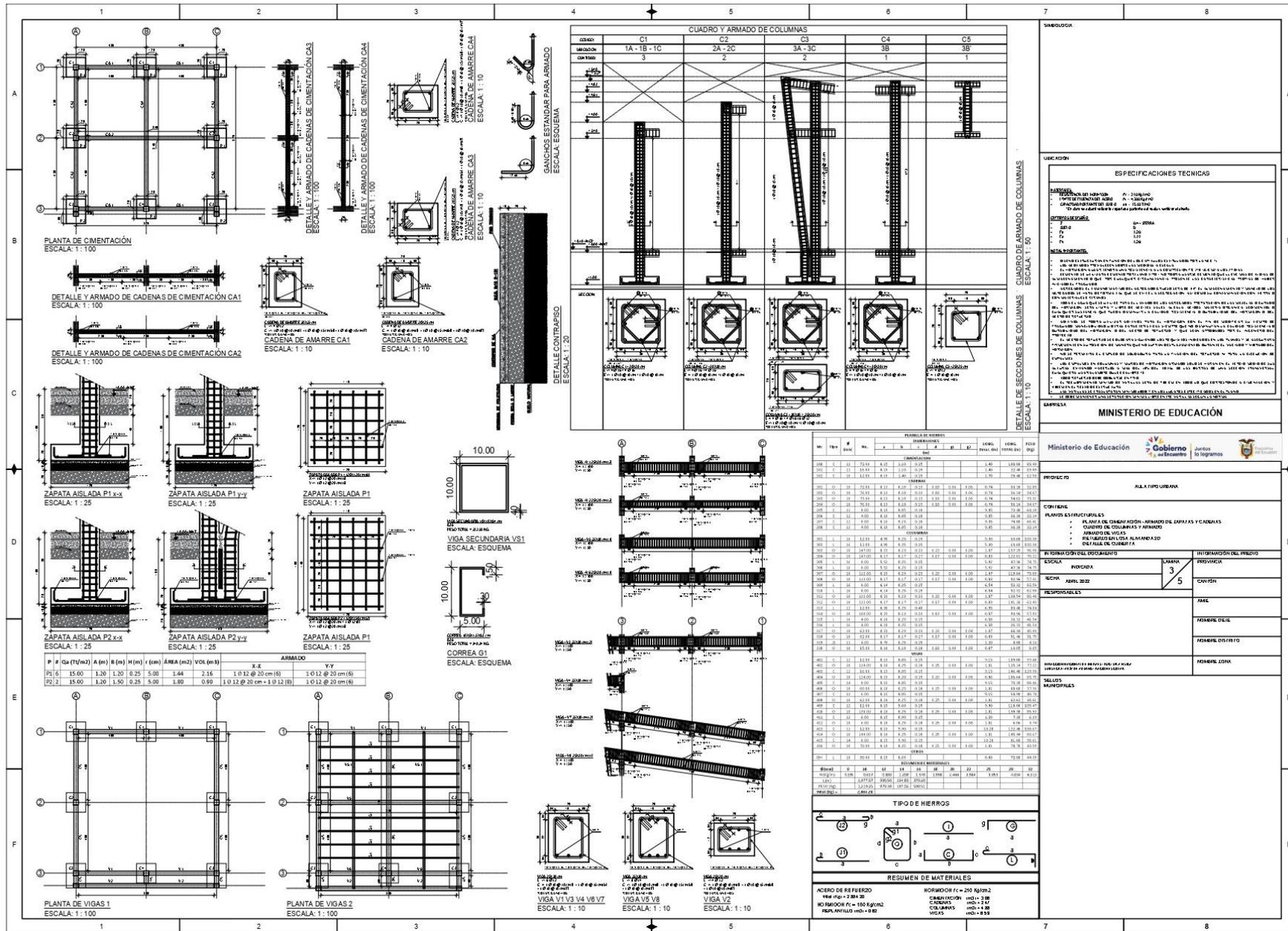
---

**RESPONSABLES**

	NOMBRE
	NOMBRE COMPLETO
	NOMBRE DE FIRMA
	NOMBRE CONTRA

---

**SELLOS MUNICIPALES**



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**UBICACIÓN:**

**DATOS:**

**REQUISITOS:**

**REVISIÓN:**

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN**

Ministerio de Educación Gobierno del Ecuador

**AL TIPO USUARIA**

**CONTENIDO:**

- PLANO ESTRUCTURAL
- PLANO DE CIMENTACIÓN - ARMADO DE ZAPATAS Y CADENAS
- CUADRO DE COLUMNAS Y ARMADO
- ARMADO DE VIGAS
- DETALLE DE VIGAS AL ARMADO
- DETALLE DE CUBIERTA

**FECHA:** 2022

**REVISIÓN:** 3/5

**RESPONSABLES:**

**PROYECTISTA:**

**REVISOR:**

**APROBADO:**

**FECHA:**

**PROYECTO:**

**UBICACIÓN:**

**FECHA:**

**REVISIÓN:**

**RESPONSABLES:**

**PROYECTISTA:**

**REVISOR:**

**APROBADO:**

**FECHA:**

**RESUMEN DE MATERIALES**

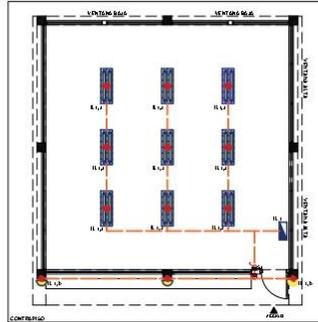
**ACERO DE REFUERZO**

**RESUMEN DE MATERIALES**

**ACERO DE REFUERZO**

**RESUMEN DE MATERIALES**

PUNTOS DE ILUMINACIÓN

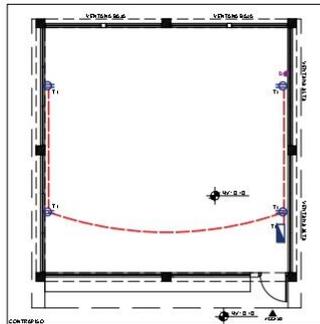


SIMBOLOGIA	
	LÁMPARA LED 2X15W
	CENTRO DE CARGA MONOFASICO 4 P.TS.
	INTERRUPTOR SIMPLE
	AFUJO DE PARED 2X15W
	CABLEADO 3X14 AWG + TUBERIA EMT 2"
	CAJETIN METALICO OCTOGONAL
	CAJETIN METALICO RECTANGULAR



**NOTA - INSTALACIONES ELECTRICAS:**  
 EL ALIMENTADOR PRINCIPAL Y PROTECCIONES DEL TABLERO DE DISTRIBUCION DEBERA DISEÑARSE DE ACUERDO CON LA PARTICULARIDAD DE CADA INSTITUCION, CARGA ELECTRICA DEL BLOQUE, UBICACION DEL BLOQUE, ADAPTACION COMO BLOQUE INDEPENDIENTE, O APLICACION COMO BLOQUE CONTIGUO, DISTANCIA EXISTENTE DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL O SUB-TABLERO DESDE DONDE SE TOMARA EL RAMAL PARA LA ALIMENTACION, CONSIDERANDO LA CAIDA DE VOLTAJE Y LA DISPOSICION DEL ALIMENTADOR SEA ESTE AEREO O SOTERRADO.  
 LA INCLUSION DE UNA VENTILADA COOPERWELD NO SE CONTEMPLA, YA QUE ESTA NO NECESARIAMENTE DEBE SER COLOCADA EN CADA CENTRO DE CARGA, DEBIDO A QUE EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DEBERA SER ANALIZADO DEPENDIENDO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO EXISTENTE.  
 EN CASO DE REQUERIR DISEÑO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA ESTA DEBERA CONSIDERAR LAS PARTICULARIDADES DE CADA INSTITUCION Y LA CARGA O EQUIPOS ELECTRONICOS SENSIBLES EXISTENTES O PROYECTADOS SOBRE EL BLOQUE. EL DISEÑO DE LOS RUBROS ADICIONALES DEBERA SER ELABORADOS POR UN INGENIERO ELECTRICO.

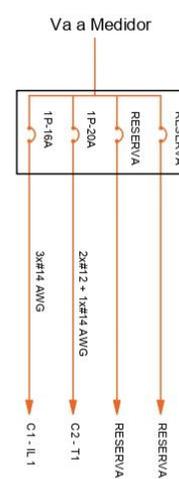
PUNTOS DE TOMACORRIENTE - PUNTO DE DATOS



SIMBOLOGIA	
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V - 15A
	CENTRO DE CARGA MONOFASICO 4 P.TS.
	CABLEADO 2X12+1X14 AWG + TUBERIA EMT 2"
	CAJETIN METALICO RECTANGULAR
	PUNTO DE DATOS

**NOTA - INSTALACIONES ELECTRONICAS:**  
 LOS RUBROS PRESENTADOS EN EL PRESUPUESTO REFERENCIAL CONTEMPLAN LA INSTALACION MINIMA PARA UN PUNTO DE DATOS, SIN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES RUBROS QUE TENDRAN QUE SER IMPLEMENTADOS SEGUN EL ESTUDIO Y REQUERIMIENTO DE CADA PROYECTO: PATCH PANEL, RACK, 00-F-6 PUERTOS FIBRA OPTICA, FUSIONADO Y CERTIFICADO DE FIBRA OPTICA, CABLE FIBRA OPTICA, SWITCH CAPA 2 10/100/1000 48 PUERTOS 25PF, RELETA MULTITONN HORIZONTAL, PATCH CORD DE FIBRA MULTIMODO, PISTAL FIBRA MM OM3, CABLE FUT CAT 6A BLINDADO, TRANSCEIVER DE FIBRA OPTICA.  
 CUALQUIER REQUERIMIENTO ELECTRONICO ADICIONAL DEBERA SER ESTUDIADO POR UN TECNICO ESPECIALIZADO, COMO SON: EL SISTEMA DE DETECCION Y NOTIFICACION DE INCENDIOS, SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA, SISTEMA DE INTRUSION Y SISTEMA DE AUDIO.

DIAGRAMA UNIFILAR



SIMBOLOGIA	
UBICACION	
EMPRESA <b>MINISTERIO DE EDUCACIÓN</b>	
PROYECTO ALA TIPO URBANA	
CONTIENE PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS <ul style="list-style-type: none"> <li>PUNTO DE ILUMINACION</li> <li>PUNTO DE TOMACORRIENTE</li> <li>PUNTO DE DATOS</li> </ul>	
FECHA DEL DOCUMENTO	ITERACION DEL PRECIO
FECHA: 1/3	PROYECTAR
FECHA: ABRIL 2022	4/5
RESPONSABLES	CONSTR
	AVEL
	MANUEL OJEDA
TALLERES MUNICIPALES	

