

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Evaluación del impacto de la metodología BIM en la  
productividad del proyecto de mejoramiento del servicio  
urbano Malecón Higuerras, 2025”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Mallqui Aguilar, Ronald Robert

ASESOR: Mays Aquino, Ronald Günter

HUÁNUCO – PERÚ

2026

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Gestión en la construcción

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72131569

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41567508

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0009-0009-5573-0880

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Davila Herrera, Percy Mello	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41050949	0000-0001-5484-6982
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Gonzalez Hidalgo, Omar Palmiro	Título propio de máster en gestión de riesgos (grado de maestro)	23019113	0009-0002-2697-4615

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día **viernes 15 de mayo de 2026**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- |                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| ❖ MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA         | PRESIDENTE |
| ❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA | SECRETARIO |
| ❖ MG. OMAR PALMIRO GONZALES HIDALGO      | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0798-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025", presentado por el (la) Bachiller. Bach: **Ronald Robert MALLQUI AGUILAR**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **Aprobado** por **Unanimitad** con el calificativo cuantitativo de **1.3** y cualitativo de **suficiente** (Art. 47).

Siendo las **16:30** horas del día **15 del mes de mayo** del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA  
DNI: 41050949  
ORCID: 0000-0001-5484-6982  
**PRESIDENTE**

MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA  
DNI: 22416570  
ORCID: 0000-0002-0579-5135  
**SECRETARIO (A)**

MG. OMAR PALMIRO GONZALEZ HIDALGO  
DNI: 23019113  
ORCID: 0009-0002-2697-4615  
**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: RONALD ROBERT MALLQUI AGUILAR, de la investigación titulada "EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGIA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025", con asesor(a) RONALD GÜNTER MAYS AQUINO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1123-2025-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 13 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 22 de abril de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.udh.edu.pe](https://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Privada Antenor  
Orrego 2025

Trabajo del estudiante

2%

3

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.utea.edu.pe](https://repositorio.utea.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[perulicitaciones.com](https://perulicitaciones.com)

Fuente de Internet

1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mi familia, por su apoyo constante, comprensión y motivación a lo largo de mi formación profesional. Asimismo, a mis docentes, quienes con su orientación y conocimientos contribuyeron de manera significativa al desarrollo de esta investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa su sincero agradecimiento a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por los conocimientos, orientación y apoyo brindados durante el desarrollo de la presente investigación. De manera especial, se agradece a las autoridades y al equipo técnico responsables del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higuera, por las facilidades otorgadas para el acceso a la información necesaria. Asimismo, se reconoce el apoyo de la familia y de todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la culminación de este trabajo académico.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPITULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2.1 PROBLEMA GENERAL .....	15
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3 OBJETIVOS .....	16
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPITULO II.....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL: .....	19
2.1.2 A NIVEL NACIONAL:.....	22
2.1.3 A NIVEL LOCAL:.....	25
2.2 BASES TEÓRICAS .....	28
2.2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	28
2.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS .....	29
2.2.3 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN .....	29
2.2.4 . OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN CONSTRUCCIÓN .....	30

2.2.5	APLICACIÓN DE BIM EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA URBANA .....	31
2.2.6	INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD URBANA .....	31
2.2.7	MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE .....	31
2.2.8	PLANIFICACIÓN URBANA Y CAPACIDAD INSTITUCIONAL...	31
2.2.9	BIM 3D (MODELADO TRIDIMENSIONAL Y DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS) .....	31
2.2.10	BIM 4D (SIMULACIÓN DEL CRONOGRAMA EN 3D).....	32
2.2.11	BIM 5D (INTEGRACIÓN DE COSTOS CON EL MODELO) .....	32
2.2.12	BIM 9D (SIMULACIÓN DE PROCESOS, SEGURIDAD Y SOSTENIBILIDAD).....	33
2.2.13	NIVEL DE DESARROLLO (LOD).....	33
2.2.14	LOD 300.....	33
2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	34
2.3.1	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	34
2.3.2	PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN .....	34
2.3.3	BIM Y SUS DIMENSIONES (3D, 4D, 5D, 9D).....	35
2.3.4	EFICIENCIA.....	36
2.3.5	CUMPLIMIENTO DE PLAZOS.....	36
2.3.6	CUMPLIMIENTO DE PLAZOS.....	36
2.3.7	MOVILIDAD URBANA.....	36
2.3.8	INFRAESTRUCTURA URBANA .....	37
2.3.9	MALECÓN URBANO .....	37
2.3.10	IMPLEMENTACIÓN DE BIM.....	37
2.3.11	NIVELES DE MADUREZ BIM .....	38
2.3.12	COLABORACIÓN DIGITAL .....	38
2.3.13	PRODUCTIVIDAD .....	38
2.3.14	FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD.....	38
2.3.15	MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....	39
2.3.16	TRANSPORTE SOSTENIBLE .....	39
2.3.17	INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD .....	39
2.3.18	GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	39
2.3.19	TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA CONSTRUCCIÓN .....	40
2.4	HIPÓTESIS .....	40

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL .....	40
2.5 VARIABLES .....	40
2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	40
2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....	40
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES) .....	41
CAPITULO III .....	43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	43
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	43
3.2 ENFOQUE .....	43
3.2.1 ALCANCE O NIVEL .....	44
3.2.2 DISEÑO .....	44
3.2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	45
3.2.4 UNIDAD DE ANÁLISIS .....	46
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.3.1 TÉCNICA: .....	47
3.3.2 INSTRUMENTO: .....	48
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	48
CAPÍTULO IV.....	50
RESULTADOS .....	50
4.1 RESULTADOS POR INDICADORES.....	50
4.2 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	78
4.2.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	78
4.3 ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS .....	78
CAPITULO V.....	80
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	80
CONCLUSIONES .....	83
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
ANEXOS.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de Variables .....	41
Tabla 2 Población y muestra.....	47
Tabla 3 Existencia y uso del modelo tridimensional integrado.....	50
Tabla 4 Número de Incompatibilidades.....	51
Tabla 5 Número de interferencias (Clashes).....	52
Tabla 6 Vinculación del modelo con el cronograma .....	53
Tabla 7 Integración del modelo con el presupuesto .....	54
Tabla 8 Precisión de metrados.....	55
Tabla 9 Uso de BIM para optimizar procesos constructivos .....	56
Tabla 10 Solicitudes de Información (RFI) .....	57
Tabla 11 Órdenes de Cambio evitadas .....	58
Tabla 12 Costo unitario de ejecución .....	59
Tabla 13 Rendimiento de mano de obra .....	60
Tabla 14 Uso óptimo de materiales.....	61
Tabla 15 Precisión de metrados.....	62
Tabla 16 Variación entre cronograma real y programado.....	63
Tabla 17 Índice de avance físico.....	64
Tabla 18 Porcentaje de partidas aprobadas.....	65
Tabla 19 Conformidad con especificaciones técnicas.....	66
Tabla 20 Incompatibilidades / Clashes detectados.....	67
Tabla 21 Solicitudes de Información (RFI) .....	68
Tabla 22 Órdenes de Cambio evitadas .....	69
Tabla 23 Dimensión 3D: Geometría del diseño.....	70
Tabla 24 Dimensión 4D Programación.....	71
Tabla 25 Dimensión 5D Presupuesto.....	72
Tabla 26 Dimensión 9D Gestión de la construcción .....	73
Tabla 27 Dimensión: Eficiencia .....	74
Tabla 28 Dimensión: Cumplimiento de plazos .....	75
Tabla 29 Dimensión: Desempeño técnico.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Existencia y uso del modelo tridimensional integrado .....	50
Figura 2 Número de Incompatibilidades.....	51
Figura 3 Número de interferencias (Clashes).....	52
Figura 4 Vinculación del modelo con el cronograma .....	53
Figura 5 Integración del modelo con el presupuesto .....	54
Figura 6 Precisión de metrados.....	55
Figura 7 Uso de BIM para optimizar procesos constructivos .....	56
Figura 8 Solicitudes de Información (RFI) .....	57
Figura 9 Órdenes de Cambio evitadas .....	58
Figura 10 Costo unitario de ejecución .....	59
Figura 11 Rendimiento de mano de obra .....	60
Figura 12 Uso óptimo de materiales.....	61
Figura 13 Precisión de metrados.....	62
Figura 14 Variación entre cronograma real y programado .....	63
Figura 15 Índice de avance físico.....	64
Figura 16 Porcentaje de partidas aprobadas.....	65
Figura 17 Conformidad con especificaciones técnicas.....	66
Figura 18 Incompatibilidades / Clashes detectados .....	67
Figura 19 Solicitudes de Información (RFI) .....	68
Figura 20 Órdenes de Cambio evitadas.....	69
Figura 21 Dimensión 3D: Geometría del diseño .....	70
Figura 22 Dimensión 4D – Programación.....	71
Figura 23 Dimensión 5D Presupuesto.....	72
Figura 24 Dimensión 9D Gestión de la construcción.....	73
Figura 25 Dimensión: Eficiencia.....	74
Figura 26 Dimensión: Cumplimiento de plazos .....	75
Figura 27 Dimensión: Desempeño técnico.....	76

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo describir cómo se manifiesta la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higueras, en la ciudad de Huánuco, durante el año 2025. El estudio surge ante la necesidad de fortalecer la gestión de proyectos de infraestructura urbana, los cuales tradicionalmente presentan limitaciones en la planificación, precisión de metrados, control presupuestal, cumplimiento de plazos y coordinación técnica entre especialidades.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. El análisis se sustentó en la revisión documental y en la comparación técnica entre el expediente convencional y un modelo digital BIM desarrollado hasta un Nivel de Desarrollo (LOD) 300. La metodología BIM fue examinada a través de sus dimensiones 3D (geometría del diseño), 4D (programación), 5D (presupuesto) y 9D (gestión de la construcción), mientras que la productividad del proyecto se describió mediante las dimensiones eficiencia, cumplimiento de plazos y desempeño técnico.

Los resultados evidencian que el modelo BIM en LOD 300 permitió una mayor definición geométrica de los elementos constructivos, una integración estructurada entre el modelo y el cronograma, una articulación verificable entre metrados y costos, y un soporte técnico para la coordinación y organización de los procesos constructivos. En relación con la productividad, se observaron variaciones favorables en la gestión de recursos, en la correspondencia con los plazos programados y en la verificación técnica del proyecto.

En conclusión, desde un enfoque estrictamente descriptivo, la aplicación de la metodología BIM se manifiesta en mejoras observables en los indicadores de productividad del proyecto analizado, contribuyendo a una gestión más estructurada, coordinada y técnicamente consistente. No obstante, los resultados corresponden al caso de estudio y no implican generalización estadística.

**Palabras clave:** Building Information Modeling, BIM, productividad, movilidad urbana, infraestructura pública.

## ABSTRACT

This research aimed to describe how the application of the Building Information Modeling (BIM) methodology is manifested in the productivity indicators of the urban mobility improvement project of Malecón Higuera, located in the city of Huánuco, during the year 2025. The study arises from the need to strengthen the management of urban infrastructure projects, which traditionally present limitations in planning, quantity takeoffs accuracy, cost control, schedule compliance, and technical coordination among disciplines.

The research was developed under a quantitative approach, with a descriptive scope and a non-experimental cross-sectional design. The analysis was based on documentary review and technical comparison between the conventional technical file and a digital BIM model developed up to Level of Development (LOD) 300. The BIM methodology was examined through its dimensions 3D (design geometry), 4D (scheduling), 5D (cost management), and 9D (construction management), while project productivity was described through the dimensions of efficiency, schedule compliance, and technical performance.

The results show that the BIM model at LOD 300 provided greater geometric definition of construction elements, structured integration between the model and the schedule, verifiable articulation between quantities and costs, and technical support for coordination and organization of construction processes. Regarding productivity indicators, favorable variations were observed in resource management, alignment with planned schedules, and technical verification of project specifications.

In conclusion, from a strictly descriptive perspective, the application of the BIM methodology is reflected in observable improvements in the productivity indicators of the analyzed project, contributing to a more structured, coordinated, and technically consistent management approach. However, the findings correspond to the specific case study and do not imply statistical generalization.

**Keywords:** Building Information Modeling, BIM, productivity, urban mobility, public infrastructure.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las ciudades a nivel mundial han enfrentado crecientes desafíos relacionados con la movilidad urbana, derivados principalmente del incremento del parque automotor, el acelerado crecimiento poblacional y la limitada capacidad de la infraestructura existente para responder a dichas demandas. Organismos internacionales como el Banco Mundial y la Organización de las Naciones Unidas han señalado que el desarrollo urbano sostenible requiere inversiones en infraestructura moderna, eficiente y resiliente, priorizando una planificación integral del transporte que considere tanto la movilidad peatonal como el transporte público, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población (Banco Mundial, 2022; ONU-Hábitat, 2020).

En el contexto de América Latina, diversos países han impulsado procesos de modernización urbana orientados a mejorar la conectividad, la accesibilidad y el uso eficiente del espacio público. No obstante, estos esfuerzos se han visto limitados por deficiencias técnicas, administrativas y presupuestarias, así como por la persistencia de métodos tradicionales de planificación y gestión de proyectos de infraestructura (CEPAL, 2020; BID, 2021). En el caso del Perú, la adopción de tecnologías digitales como el Building Information Modeling (BIM) en proyectos de infraestructura pública se encuentra en una etapa progresiva, especialmente en los gobiernos locales, donde aún se evidencian limitaciones en la planificación integral, el control de costos, el seguimiento de plazos y la coordinación técnica entre los actores involucrados (MEF, 2022).

A nivel local, la ciudad de Huánuco presenta diversas problemáticas asociadas a la movilidad urbana. El Malecón Higuera, debido a su ubicación estratégica cercana al centro de la ciudad y al río Huallaga, ha experimentado un progresivo deterioro de su infraestructura vial y peatonal, así como una limitada capacidad para absorber de manera segura y eficiente el flujo vehicular y peatonal. Esta situación ha generado congestión, deficiencias en la circulación y un uso inadecuado del espacio urbano, afectando negativamente la calidad de vida de los ciudadanos. Asimismo, los proyectos

de mejoramiento urbano en este sector se han desarrollado, en muchos casos, bajo enfoques fragmentados, con deficiencias en los metrados, retrasos en la ejecución, sobrecostos y problemas de coordinación técnica.

En este contexto, la metodología Building Information Modeling (BIM) surge como una alternativa tecnológica y metodológica que permite integrar información geométrica, temporal, económica y técnica en un modelo digital único, facilitando la planificación, coordinación, control y análisis de los proyectos de infraestructura urbana. El uso de BIM ofrece la posibilidad de examinar de manera integral la información técnica contenida en los expedientes de obra, favoreciendo una mejor comprensión de los procesos constructivos, la precisión de los metrados, la programación de actividades y la gestión documental del proyecto.

Bajo este enfoque, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el impacto de la metodología BIM en la productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higueras, 2025, a partir del análisis técnico-documental del expediente técnico y del modelo digital BIM elaborado con base en dicha información. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de tipo descriptivo transversal, centrado en el registro y análisis de indicadores de productividad presentes en la documentación técnica convencional y en el entorno modelado BIM.

Finalmente, la investigación pretende contribuir al fortalecimiento del conocimiento técnico sobre el uso de BIM como herramienta de análisis en proyectos de infraestructura urbana a nivel local, así como proporcionar evidencia que sirva de base para la toma de decisiones en futuras intervenciones públicas orientadas a mejorar la gestión técnica y la comprensión de los procesos constructivos en proyectos de movilidad urbana.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito internacional, las ciudades enfrentan diversos desafíos relacionados con la movilidad urbana, debido al aumento del parque automotor, el crecimiento poblacional acelerado, la congestión de las vías y la falta de una planificación integrada del transporte. Organismos internacionales como el Banco Mundial y la Organización de las Naciones Unidas señalan que el desarrollo urbano sostenible requiere inversiones en infraestructura moderna, eficiente y resiliente, priorizando tanto la movilidad peatonal como el transporte público (Banco Mundial, 2022; ONU-Hábitat, 2020).

En América Latina, numerosas ciudades atraviesan procesos de modernización urbana orientados a mejorar la conectividad, la accesibilidad y la calidad del espacio público; sin embargo, muchos de estos esfuerzos se ven limitados por deficiencias de carácter técnico, administrativo y presupuestario (CEPAL, 2020; BID, 2021). En el caso del Perú, el uso de tecnologías como BIM en proyectos de infraestructura pública se encuentra en una etapa de adopción progresiva, especialmente en los gobiernos locales, donde aún se evidencian limitaciones en la planificación integral y en el seguimiento técnico de los proyectos de infraestructura urbana (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2022).

A nivel local, la ciudad de Huánuco presenta diversas problemáticas vinculadas a la movilidad urbana. En particular, el Malecón Higuera, por su ubicación estratégica cercana al centro de la ciudad y al río Huallaga, ha mostrado un progresivo deterioro de su infraestructura vial y peatonal, así como una capacidad limitada para absorber de manera segura y eficiente el flujo vehicular y peatonal. Estas deficiencias afectan la calidad de vida de los ciudadanos, generando congestión vehicular y restringiendo el adecuado aprovechamiento de los espacios urbanos como áreas de circulación y recreación.

Asimismo, los proyectos de mejoramiento urbano en este sector se han desarrollado, en muchos casos, bajo enfoques tradicionales de planificación y

gestión, donde se evidencian deficiencias en los metrados, retrasos en la ejecución, sobrecostos y problemas de coordinación técnica entre los actores involucrados.

En este contexto, el uso de la metodología BIM constituye una herramienta tecnológica que permite analizar de manera integral la información técnica de los proyectos de infraestructura, facilitando la revisión de metrados, cronogramas, presupuestos, coordinación técnica y gestión documental. Por ello, resulta pertinente examinar cómo la información generada en un entorno BIM puede ser utilizada para analizar los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higueras.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo se manifiesta la aplicación de la metodología BIM en los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higueras, Huánuco, 2025?

### **1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cómo se manifiesta el uso del modelado tridimensional (BIM 3D) en la eficiencia de los metrados y en la detección de interferencias del proyecto?
- ¿Cómo se manifiesta la vinculación del modelo con el cronograma (BIM 4D) en el comportamiento de los plazos de ejecución del proyecto?
- ¿Cómo se manifiesta la integración del modelo con el presupuesto (BIM 5D) en la precisión de los costos del proyecto?
- ¿Cómo se manifiesta el uso de BIM para la optimización de procesos (BIM 9D) en el desempeño técnico del proyecto?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Describir cómo se manifiesta la aplicación de la metodología BIM en los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higuerras, Huánuco, 2025.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el uso del modelado tridimensional (BIM 3D) en la eficiencia de los metrados y la detección de interferencias del proyecto.
- Describir la vinculación del modelo con el cronograma (BIM 4D) en el comportamiento de los plazos de ejecución del proyecto.
- Describir la integración del modelo con el presupuesto (BIM 5D) en la precisión de los costos del proyecto.
- Describir el uso de BIM para la optimización de procesos (BIM 9D) en el desempeño técnico del proyecto.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En el aspecto teórico, el uso de Building Information Modeling (BIM) representa una transformación en la planificación, diseño y gestión de proyectos, en particular de infraestructuras urbanas. El modelo BIM se sustenta en los principios de integración digital, colaboración interdisciplinaria y modelado tridimensional con información inteligente, lo que permite una visión integral del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. En el ámbito urbano, BIM se vincula con enfoques de planificación urbana inteligente, movilidad sostenible y gestión eficiente de los recursos públicos, al facilitar la toma de decisiones basadas en simulaciones y análisis técnicos.

En el aspecto práctico, BIM constituye una herramienta tecnológica que permite examinar con mayor detalle la información técnica contenida en los expedientes de obra, favoreciendo la revisión de metrados, cronogramas, presupuestos y la coordinación técnica entre especialidades. Asimismo, el uso de un modelo digital único facilita la organización de la información, la trazabilidad documental y la comprensión integral del proyecto desde una perspectiva técnica.

En el aspecto metodológico, BIM ofrece un enfoque estructurado que incluye procesos como el modelado digital en sus diferentes dimensiones (3D, 4D, 5D y 9D) y el análisis de la información del proyecto a partir de un entorno digital integrado. Este enfoque permite identificar interferencias, revisar coherencias técnicas y analizar la información del proyecto desde diferentes perspectivas, constituyéndose en una herramienta pertinente para el estudio de los indicadores de productividad en proyectos de infraestructura urbana.

### **1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

A pesar de las ventajas que ofrece la metodología BIM como herramienta de análisis técnico, la presente investigación presentó algunas limitaciones que fueron consideradas durante su desarrollo. Una de las principales limitaciones estuvo relacionada con el acceso a información técnica completa y actualizada del proyecto, dado que la calidad del modelado BIM elaborado para el estudio dependió en gran medida de la disponibilidad de datos topográficos, planimétricos y técnicos contenidos en el expediente.

Asimismo, se identificó como limitación la disponibilidad de recursos tecnológicos y de tiempo para el desarrollo del modelo digital, debido a que el modelado BIM requirió el uso de software especializado y conocimientos técnicos específicos, lo cual condicionó el alcance y el nivel de detalle del modelo elaborado para el análisis.

Por otra parte, al tratarse de un estudio basado en documentación técnica existente, el análisis estuvo sujeto a la calidad, coherencia y precisión de la información registrada en el expediente técnico original.

Finalmente, como toda investigación aplicada, el estudio estuvo condicionado por el tiempo disponible para su desarrollo y por los recursos económicos asignados, lo que limitó la posibilidad de elaborar modelos BIM de mayor complejidad o de incorporar mayores niveles de detalle en el proceso de modelado.

### **1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación fue viable de realizarse desde los puntos de vista técnico, económico y metodológico.

En cuanto a la viabilidad técnica, se contó con herramientas tecnológicas accesibles para el desarrollo del modelado digital con fines de análisis, tales como Autodesk Revit, Navisworks y Civil 3D, así como con bibliografía, guías y estándares relacionados con la metodología BIM aplicables al estudio de proyectos de infraestructura urbana. Estas herramientas permitieron elaborar un modelo digital basado en la información contenida en el expediente técnico, útil para el análisis de los indicadores de productividad.

Respecto a la viabilidad económica, la investigación no demandó inversión asociada a la ejecución física de la obra, ya que se sustentó en el análisis técnico-documental y en el modelado digital del proyecto. El uso de software especializado y recursos informáticos disponibles hizo posible desarrollar el estudio con un costo razonable, limitado principalmente al tiempo y recursos del investigador.

En relación con la viabilidad metodológica, la investigación contó con un enfoque claro y un diseño definido que permitió analizar la productividad del proyecto a partir de la información técnica existente. El acceso a planos, metrados, especificaciones técnicas, registros fotográficos y datos geoespaciales facilitó la construcción del modelo digital y el análisis comparativo de los indicadores, sin necesidad de intervenir en la ejecución de la obra.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL:**

Andrade Sánchez, D. M. (2021) Presenta la tesis titulada: "Implementación de herramientas BIM para el análisis de prefactibilidad de costos de urbanización de proyectos inmobiliarios", en la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Ecuador. Para optar el grado de Ingeniería Civil.

Teniendo como objetivos implementar la tecnología BIM en la planificación de proyectos inmobiliarios. Además, es importante proponer una metodología que nos ayude a analizar la prefactibilidad de un proyecto. También necesitamos obtener datos paramétricos que nos permitan hacer una estimación de costos a nivel de prefactibilidad.

Y como resultado la investigación ha logrado crear una metodología que utiliza herramientas BIM, especialmente Autodesk Civil 3D, para llevar a cabo un pre-diseño de proyectos de urbanización de manera rápida y con una gran precisión en las cantidades de obra. Esto ha permitido estimar presupuestos con un margen de error mucho menor, ofreciendo una base técnica sólida que facilita la toma de decisiones en la etapa de prefactibilidad de proyectos inmobiliarios.

En consecuencia, se llegó a las conclusiones siguientes:

Que la implementación de la metodología como herramientas BIM en la etapa de la prefactibilidad mejora sustancialmente la precisión en la evaluación de costos, optimizando el proceso para una mejor toma de decisiones en los proyectos de urbanización. También la presente metodología en su fase de aplicación, se realizó el análisis de un terreno que no se tenía información topográfica para lo cual se usó los softwares como Civil 3D, Sketchup y Lumion permitiéndonos una visualización completa e integral del proyecto.

Mendoza Arenas, A. U. (2021) Presenta la tesis titulada: "La importancia de la metodología BIM dentro de un proceso en la etapa de

planeación de un proyecto", Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de Ingeniería, México. Para optar el grado de maestro en ingeniería.

Teniendo como objetivos: Explorar cómo la metodología BIM, junto con las habilidades del Gerente de Proyecto, ayuda a planificar y asignar recursos de manera más efectiva, lo que a su vez optimiza costos, tiempos y calidad en los proyectos de construcción. Aprovechar al máximo las herramientas BIM para organizar y supervisar proyectos de edificación. Reconocer las competencias esenciales del Gerente de Proyecto. Investigar el papel de BIM durante la fase de planificación. Analizar la función del Gerente de Proyecto en la planificación de proyectos integrales. Valorar los beneficios y limitaciones de combinar BIM con la gestión de proyectos.

Y como resultados la investigación muestra que al integrar BIM en la fase de planificación, junto con una gestión profesional sólida, se logra: Colaboración efectiva Precisión en costos y tiempos desde las etapas iniciales Mejor control de calidad y flujo de información Decisiones más informadas y oportunas La tesis respalda que la metodología BIM, cuando es implementada adecuadamente por gerentes capacitados, puede transformar de manera significativa la planificación de proyectos de construcción, elevando su eficiencia y competitividad.

En consecuencia, se llegó a las conclusiones siguientes:

Que la adopción del uso de forma temprana de la metodología BIM en la planificación de proyectos nos permite una visualización de mejor calidad; así como la detección de interferencias o interrupciones en una gestión con mayor eficiencia en el uso de los recursos, lo que nos permite una mejora con mayor significancia en la productividad del proyecto de construcción.

Por otro lado, se dice que la metodología BIM tiene un enfoque emergente y que está revolucionando la industria de la construcción ya que permite a los encargados de tomar las decisiones tener una sofisticada y amplia interpretación de la información. Así mismo BIM nos

permite interactuar con las distintas disciplinas que están involucradas dentro del proyecto de construcción.

Hernández Sánchez, J. M. (2021) Presenta la tesis titulada: "BIM para el diseño y planeación de puentes vehiculares de acero", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), México. Para optar el grado de maestro en ingeniería.

Teniendo como objetivo general crear una metodología BIM que facilite el diseño y la planificación de puentes vehiculares de acero dentro del ámbito de la infraestructura. La idea es optimizar los procesos, aumentar la productividad y gestionar mejor la inversión. Y como objetivos específicos Investigar cómo se está adoptando el BIM en el sector de la infraestructura y qué impacto tiene en la productividad y la inversión. Desarrollar una metodología BIM que se ajuste a los proyectos de puentes de acero. Implementar esta metodología en el diseño y planificación de un puente vehicular específico. Analizar los beneficios en términos de productividad y gestión que surgen del uso de BIM.

En lo que respecta a los resultados se ha creado una metodología BIM específica para proyectos de puentes de acero, que incluye un flujo de trabajo y modelado en las disciplinas estructurales. Se ha llevado a cabo un caso de estudio: el diseño completo de un puente vehicular de acero utilizando BIM, abarcando desde la fase conceptual hasta el diseño constructivo. Se han observado mejoras en la productividad, la coordinación entre disciplinas y el control de costos e inversión, gracias a la automatización del modelado y la integración de datos. Se ha establecido una base teórica sólida que respalda el análisis del impacto del BIM en la productividad y la inversión en proyectos de infraestructura de puentes en México.

En consecuencia, se llegó a las conclusiones siguientes:

Que la implementación de BIM como metodología, en el diseño y planificación de puentes de uso vehicular contribuye a una mejor y mayor eficiencia en la gestión del proyecto de construcción, mejorando de esta forma la productividad como también reduciendo los costos y tiempos de ejecución de estos proyectos de construcción.

También se concluye que la metodología BIM permitió generar información sobre el mismo modelo desarrollado, por lo que se puede administrar como un sistema de base de datos dentro del mismo modelo haciendo más fácil la coordinación y así poder tener un mejor y eficiente gestión de la información, ahorrándonos tiempo y esfuerzo en los procesos mecanizados.

### **2.1.2A NIVEL NACIONAL:**

Burgos Perez, J. P. & Rengifo Reyes, C. J. (2023) Presenta la tesis titulada: Aplicación de la metodología BIM para el mejoramiento de la rentabilidad en la especialidad de estructuras del proyecto "El Palmar del Golf", Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), Trujillo - Perú. Para optar el grado de ingeniera Civil.

Teniendo como objetivo general: Evaluar cómo la metodología BIM puede potenciar la rentabilidad en la gestión de la especialidad de estructuras del proyecto "El Palmar del Golf" en Trujillo. Y como objetivos específicos fue: Comparar el control de costos, el manejo de tiempos y la gestión de documentos entre la metodología tradicional y BIM. Analizar el impacto en la rentabilidad financiera de la obra estructural al implementar BIM en lugar de métodos convencionales. Y como resultados en cuanto a la rentabilidad con BIM: El modelo BIM logró una rentabilidad positiva del 5.06% en la construcción de un edificio multifamiliar de 4 pisos, en contraste con una rentabilidad negativa de -4.48% que se obtuvo utilizando la metodología tradicional. Mejoras en eficiencia: Se observó un aumento significativo en la rentabilidad al aplicar BIM, lo que se puede atribuir a una gestión más efectiva de costos, tiempos y documentación.

En lo cual se llegó a las conclusiones siguientes:

El modelado *con el software* Revit v22 del actual proyecto "El Palmar del Golf", permitió la identificación de las incidencias más importantes en el área de estructuras, principalmente en las partidas de las columnas y las vigas. Así mismo la metodología BIM ayudo a obtener con mayor precisión los metrados reales del proyecto, reflejando una diferencia en costos de S/ 18,000.00 en relación al presupuesto

planteado en el expediente técnico. Por último, analizando la rentabilidad se demostró que, el método tradicional tuvo una pérdida del -4.48%, mientras que con el uso del BIM se obtuvo una ganancia del 5.06%, sin necesidad de recurrir a gastos adicionales.

Berrocal Saccatoma, J. (2022) presenta la tesis titulada: Aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM), en los procesos de diseño geométrico y construcción de un proyecto vial - Huánuco - 2021, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), Ayacucho - Perú. para optar el grado de ingeniera civil. Teniendo como objetivo general implementar la metodología BIM en el diseño geométrico y la construcción del proyecto vial "Mejoramiento del camino vecinal de Villasol-Pillao" (Chinchao, Huánuco) a través de un Plan de Ejecución BIM (PEB). Y como objetivos específicos desarrollar un PEB que sea adecuado para la gestión de documentos y la selección de software en cada fase del proyecto. Elaborar modelos virtuales que ayuden a detectar incompatibilidades e interferencias desde etapas tempranas. Crear un cronograma 4D, junto con metrajes y costos que reflejen la realidad de la ejecución, mostrando las verdaderas condiciones de la obra. Comprobar cómo BIM mejora los flujos de información y la visualización integrada entre diferentes disciplinas.

Y como resultado se tuvo que el PEB dejó claro qué software usar, cuándo y para qué tareas, lo que mejoró la gestión de la documentación. Se identificaron incompatibilidades e interferencias desde el principio, lo que permitió ajustar el trazado geométrico y la ubicación de las estructuras antes de comenzar la construcción. Se creó un cronograma 4D actualizado, junto con metrajes y costos que reflejaron con precisión lo que realmente se iba a llevar a cabo, poniendo de manifiesto errores, omisiones e incompatibilidades en el expediente técnico. La implementación de BIM demostró ser efectiva en los procesos de integración temporal (4D) y de costos (5D), lo que mejoró tanto la planificación como la ejecución del proyecto vial.

En lo cual se llegó a las conclusiones siguientes:

La aplicación y el uso de la metodología BIM en el proyecto de la

carretera Villasol–Pillao permitió mejorar sustancialmente los procesos del diseño y construcción, gracias al apoyo de la herramienta digital como el InfraWorks y a la adecuada gestión del Plan de Ejecución de la metodología BIM. Se optimizó la identificación de interferencias de forma temprana y oportuna, se generaron modelos de forma detallada con actualización automática durante el periodo de ejecución, logrando reducir el 14.23% el presupuesto original. Además, la metodología BIM en los trabajos de arte permitió una mayor precisión en georreferenciación, metrados, planos, y control de los costos, mejorando el rastreo del movimiento de tierras; así como la trazabilidad en cada etapa del proyecto.

Baltodano Vásquez, D. A., & Rodas Talledo, G. A (2021) Presenta la tesis titulada: "Aplicación de la Metodología BIM para el Incremento de la Eficiencia de la Obra Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana, Distrito de El Porvenir, La Libertad", Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), Trujillo - Perú. Para optar el grado de ingeniera Civil.

Teniendo como objetivo general Implementar la metodología BIM utilizando el software Revit 2021 para optimizar la eficiencia en el modelado de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias en el proyecto "Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana, distrito de El Porvenir, La Libertad". Y como objetivos específicos modelar en BIM las especialidades mencionadas con Revit 2021. Identificar interferencias a través de la metodología BIM. Evaluar el aumento de eficiencia en los procesos mediante la cuantificación de interferencias en Excel. En cuanto a los resultados se lograron modelar de manera clara las partidas de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias en Revit 2021, siguiendo la metodología BIM. Se detectaron diversas interferencias entre disciplinas, lo que permitió identificar fallas en la fase de diseño y mejorar los planos antes de la ejecución. A través de plantillas en Excel, se cuantificó la mejora en la eficiencia, demostrando que la detección temprana de interferencias reduce errores durante la construcción y requiere un mayor detalle en el diseño.

En lo cual se llegó a las conclusiones siguientes:

Que cuando los planos por especialidad fueron elaborados adecuadamente en el software AutoCAD, fácilmente se puede exportar al software Revit 2021 y ser interpretados sin dificultad. De esta manera se logró identificar que gran parte de las interferencias suceden en las instalaciones sanitarias, esto debido a las inconsistencias que se dan con la ubicación de las tuberías y aparatos. El uso de la metodología BIM en el proyecto de mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en El Porvenir (La Libertad) resulta más favorable que con el uso de la tecnología tradicional, permitiendo obtener metrados con mayor precisión, generar planos de forma automática, visualización en 3D y detectar interferencias.

### **2.1.3 A NIVEL LOCAL:**

Palacios Venancio, X. L. (2022) Presenta la tesis titulada: "Implementación de la metodología BIM en la identificación de incompatibilidades en el diseño de un edificio de 5 pisos en la ciudad de Huánuco, 2022", Universidad de Huánuco (UDH), Huánuco - Perú. Para optar el grado de ingeniera Civil.

Teniendo como objetivo General Implementar la metodología BIM para detectar incompatibilidades en el diseño de un edificio de cinco pisos en Huánuco, utilizando herramientas como Revit 2020 y Navisworks. Y como objetivos específicos Modelar las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias en Revit. Integrar los modelos en Navisworks para coordinar las tres disciplinas. Cuantificar y analizar las interferencias encontradas entre las especialidades para optimizar el diseño antes de la construcción.

Así mismo se tuvo como resultados Levantamiento y modelado detallado del terreno (aproximadamente 220.89 m<sup>2</sup>) y características de la edificación (losas de 20 cm, columnas de 35x35 cm y 40x40 cm, refuerzos antisísmicos en columnas). Modelado por especialidades: se crearon los tres modelos (arquitectura, estructuras, sanitarias) en Revit y luego se exportaron a Navisworks para su coordinación. Detección de incompatibilidades: se identificaron un total de 20 interferencias. La

mayor parte (55%) ocurrió entre arquitectura y estructuras, seguida de otras combinaciones con instalaciones sanitarias. Validación de la hipótesis: el uso de BIM resultó ser fundamental para identificar incompatibilidades en el diseño, lo que permite ajustar el proyecto antes de iniciar la construcción.

En lo cual se llegó a las conclusiones siguientes:

La metodología BIM es muy efectiva en la detección de interferencias entre las especialidades, se identificó 20 incompatibilidades, siendo en gran parte entre estructuras y arquitectura. Permitiendo de esta manera corregir los errores antes de la ejecución, optimizando tiempo, recursos y gastos innecesarios.

Alomia Dextre, A. (2022) Presenta la tesis titulada: "Implementación de la metodología BIM en la elaboración de expedientes técnicos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco 2022", Universidad de Huánuco (UDH), Huánuco - Perú. Para optar el grado de ingeniero Civil.

Teniendo como objetivo general el propósito principal es entender cómo la implementación de la metodología BIM impacta en la creación de expedientes técnicos en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco durante el año 2021, evaluando aspectos como el modelado, la colaboración y la integración. Y como objetivos específicos se tuvo que definir las variables independientes (BIM) y dependientes (expedientes técnicos) en las tres dimensiones. Recopilar datos a través de una encuesta de 28 preguntas con una escala de Likert, aplicada a una muestra de 50 personas. Analizar la información utilizando estadísticas descriptivas e inferenciales (con SPSS v.25). Verificar la hipótesis mediante una prueba Chi-cuadrado para determinar si BIM tiene un impacto significativo en la elaboración de expedientes técnicos. En cuanto a los resultados Se llevó a cabo una encuesta con 28 preguntas dirigida a 50 personas, y se realizó un análisis de datos con SPSS v.25. En el análisis Chi-cuadrado, el 83.3% de las celdas mostraron conteos esperados inferiores a 5, y el valor mínimo esperado fue de 0.07. El valor de significancia observado fue de 0.000, lo que

llevó a rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula, indicando que no se encontró una influencia significativa de BIM en la elaboración de expedientes técnicos.

En lo cual se llegó a las conclusiones siguientes:

La implementación de la metodología BIM si mejora con significancia la elaboración de los expedientes técnicos, facilitándonos en el desarrollo del modelado, la colaboración entre las áreas y la integración de información, traduciéndose en una mejor y mayor eficiencia en la calidad de los proyectos.

Carlos Ortega, C. M., & Caqui Gavidia, C. D. (2021) Presenta la tesis titulada: "Implementación de la metodología BIM 4d al sistema LAST PLANNER para mejorar la gestión de la productividad en la construcción del hospital Hermilio Valdizán Nivel III-1 de Huánuco – 2019", Universidad Nacional "Hermilio Valdizán" (UNHEVAL), Huánuco - Perú. Para optar el grado de ingeniero Civil.

Teniendo como objetivo general implementar la metodología BIM 4D integrada al sistema Last Planner (LPS) para optimizar la gestión de productividad, garantizando que se cumplan los plazos, costos y estándares de calidad en la construcción del hospital Regional Hermilio Valdizán nivel III-1. Como objetivos específicos diseñar un modelo BIM 4D que sirva como herramienta para el LPS, incorporando programación semanal y planificación visual ("look-ahead"). Aplicar este modelo BIM 4D para mejorar el control de productividad en comparación con métodos tradicionales. Comparar indicadores clave antes y después de la implementación (como el porcentaje de actividades completadas, el nivel general de actividad y la rentabilidad) y confirmar que la metodología BIM 4D integrada al LPS mejora la gestión.

Y como resultados se utilizaron las herramientas como Revit, Dynamo, Navisworks, junto con Excel y Project, para conectar BIM 4D con Last Planner. El modelo BIM 4D permitió crear una simulación 4D que facilitó la comparación de indicadores como: PAC (Porcentaje de Actividades Completadas) NGA (Nivel General de Actividad) CNC

(Causas de No Cumplimiento) Rentabilidad de la obra Se observó una mejora notable en la productividad, al comprobar que la metodología BIM 4D + LPS reduce las desviaciones en la planificación en comparación con el proceso tradicional.

En lo cual se llegó a las conclusiones siguientes:

La integración de la metodología BIM 4D con el sistema Last Planner permitió una perspectiva más óptima y amplia con una mejor visualización y seguimiento del cronograma, optimizando de esta manera la gestión de recursos y tiempo en la construcción del hospital.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

El Building Information Modeling (BIM) ha avanzado de manera notable en los últimos años, transformándose no solo en una herramienta de modelado 3D, sino también en una base teórica robusta que impulsa el desarrollo de proyectos más inteligentes, colaborativos y sostenibles en el sector de la construcción. Una de las teorías más recientes se centra en la representación semántico-espacial-topológica de los modelos BIM, a través de la creación de redes unificadas que integran datos espaciales, relaciones topológicas y la semántica de los objetos constructivos. Esta propuesta facilita una interpretación computacional más efectiva de los modelos IFC y abre la puerta a aplicaciones que utilizan inteligencia artificial y machine learning (Han, Lu & Lin, 2025). Además, se ha progresado en la fusión de ontologías y procesamiento del lenguaje natural (NLP) para hacer que los modelos BIM sean más accesibles. Esta línea teórica sugiere que los usuarios pueden hacer consultas en lenguaje natural y, mediante un sistema basado en reglas ontológicas, acceder a información detallada de los modelos sin necesidad de tener conocimientos técnicos profundos (Yin et al., 2023). Por otro lado, investigaciones recientes han empleado la programación lógica con restricciones como un modelo para representar y validar los modelos BIM a través de reglas explícitas. Esta base permite automatizar la detección de errores, verificar el cumplimiento de

normativas y generar inferencias sobre los componentes constructivos (Arias, Törmä & Carro, 2022). Desde una perspectiva de gestión, también se han creado herramientas para medir la adopción de BIM, basadas en modelos de aceptación tecnológica y evaluación organizacional. Estas propuestas permiten evaluar el nivel de madurez BIM en las empresas de construcción, así como identificar las barreras técnicas, humanas y de gestión (Alsofiani, 2024).

### **2.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS**

La implementación de Building Information Modeling (BIM) en proyectos públicos ha sido impulsada por mandatos gubernamentales, la integración en licitaciones y el desarrollo de estrategias normativas que buscan mejorar la eficiencia, la transparencia y la calidad en la construcción pública. Mandatos y políticas públicas Varios países han establecido políticas obligatorias para el uso de BIM en infraestructura pública. Por ejemplo, en Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) ha ido adoptando BIM de manera gradual en la revisión de proyectos de concesiones entre 2019 y 2021. Este enfoque ha incluido la creación de planes de acción, el desarrollo de infraestructura técnica, la capacitación y el establecimiento de estándares normativos, lo que ha generado una alternativa eficaz para la ejecución de obras públicas (Del Carpio Sota, 2022). Influencia del mandato BIM en contrataciones En Perú, una tesis reciente investigó el impacto del mandato BIM en la adjudicación de proyectos públicos. A través de una revisión documental y entrevistas, se concluyó que la exigencia gubernamental ayuda a mejorar la eficiencia, la calidad, la transparencia, la funcionalidad y la predictibilidad en la contratación pública, siendo el "Plan BIM" una estrategia clave para su adopción progresiva (Montesinos Félix & Reynoso Taipe, 2025).

### **2.2.3 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN**

En los últimos años, la productividad en el sector de la construcción ha sido un tema candente, no solo por su impacto en la economía, sino también por la necesidad urgente de mejorar la eficiencia en un campo que ha estado rezagado durante mucho tiempo. Un estudio de CAF

(Banco de Desarrollo de América Latina) señala que la baja productividad en este sector se debe a la escasa digitalización y a la persistencia de métodos de gestión tradicionales. La adopción de tecnologías, especialmente el BIM, se ha destacado como una herramienta fundamental para impulsar la eficiencia (CAF, 2023). La digitalización, impulsada en parte por el BIM, ha mostrado mejoras notables: por ejemplo, las empresas de construcción que implementan procesos digitales pueden aumentar su capacidad operativa hasta en un 32%, lo que se traduce en un ahorro de cerca de 12 horas de trabajo a la semana (Buildinn, 2023). Otras estimaciones sugieren que la integración de Big Data, IoT, planificación 4D, robótica y gestión centralizada con BIM podría llevar a un aumento del 20% en la productividad (Revista Byte, 2024; S10 Perú, 2023).

#### **2.2.4 OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN CONSTRUCCIÓN**

Aghajamali et al. (2024) presentan un innovador modelo para estimar la productividad en la construcción prefabricada, que combina BIM, mediciones de tiempo en el sitio y técnicas de aumento de datos como interpolación, ruido gaussiano y clustering, todo ello respaldado por redes neuronales. Este enfoque logra mejorar la precisión de las estimaciones entre un 58 % y un 71 % en comparación con los métodos tradicionales, y entre un 2.1 % y un 31.1 % frente a modelos que no utilizan aumento de datos. Esto no solo optimiza la planificación de recursos, sino que también ayuda a reducir los retrasos en la ejecución (Aghajamali et al., 2024). Por otro lado, Jiang et al. (2023) proponen un modelo matemático para el control adaptativo del flujo de recursos, que incluye mano de obra, materiales y flujo de caja, en proyectos de construcción que son dinámicos. Utilizan un Proceso de Decisión de Markov Parcialmente Observable junto con un agente de Deep Reinforcement Learning (DRL) que ha sido entrenado mediante simulaciones de eventos discretos, lo que mejora la asignación continua de recursos. En comparación con métodos empíricos y algoritmos genéticos, su enfoque logra optimizaciones significativas en la gestión de recursos, acortando tiempos, reduciendo costos y mejorando la

productividad en general (Jiang et al., 2023).

### **2.2.5 APLICACIÓN DE BIM EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA URBANA**

Zhang (2024) presenta una teoría integral en la que el BIM se convierte en la columna vertebral del ciclo de vida de las infraestructuras urbanas, abarcando desde la planificación y construcción hasta las operaciones y el mantenimiento. Argumenta que el BIM: Aumenta la eficiencia en el diseño y la gestión de proyectos; Promueve la sostenibilidad y el control de riesgos; Ofrece análisis cuantitativos que ayudan a reducir tiempos y costos; Facilita la gestión de activos y optimiza el uso del espacio (Zhang, 2024).

### **2.2.6 INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD URBANA**

Mejorar el servicio de movilidad urbana demanda de una infraestructura que asegure la accesibilidad, conectividad y seguridad del transporte público motorizado y no motorizado. Incluye vías, estacionamiento, señalización inteligente, paraderos, así como elementos que den la prioridad a los peatones y a los ciclistas (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2021).

### **2.2.7 MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE**

Este tipo de movilidad se enfoca en un sistema de transporte que reconoce a las necesidades sociales, tanto económicas como ambientales dentro de las ciudades. También implica políticas que integran los modos de transporte más eficiente, seguro y con menos contaminación, prevaleciendo la equidad, así como el bienestar del ciudadano (ONU-Hábitat, 2020).

### **2.2.8 PLANIFICACIÓN URBANA Y CAPACIDAD INSTITUCIONAL**

La implementación tecnológica como BIM en el mejoramiento de la movilidad urbana tiene dependencia de la capacidad institucional de los gobiernos regionales como locales. Incluyendo los recursos técnicos, las normativas adecuadas, los equipos capacitados y la visión estratégica del desarrollo urbano sostenible (Banco Mundial, 2022).

### **2.2.9 BIM 3D (MODELADO TRIDIMENSIONAL Y DETECCIÓN DE**

## **INTERFERENCIAS)**

El BIM 3D, o Modelado Tridimensional, se enfoca en crear representaciones digitales de los elementos de construcción, lo que facilita la detección de interferencias entre diferentes disciplinas. Según Eastman et al. (2011), esta habilidad es clave para evitar incompatibilidades que pueden llevar a reprocesos, retrabajos y costos adicionales en el proyecto. En cuanto a su relación con la productividad, al reducir las interferencias, se minimiza el tiempo perdido en correcciones y los gastos por reprocesos, lo que a su vez mejora la eficiencia. Azhar (2011) menciona que, al disminuir los errores de coordinación, se eleva la calidad del resultado final, se reducen las desviaciones del presupuesto y se optimiza el rendimiento del equipo de trabajo.

### **2.2.10 BIM 4D (SIMULACIÓN DEL CRONOGRAMA EN 3D)**

El BIM 4D combina un modelo tridimensional con un cronograma, lo que permite simular cómo se desarrollará la construcción a lo largo del tiempo. Según Hartmann, Gao y Fischer (2008), esta simulación es clave para detectar cuellos de botella y posibles retrasos antes de que comience la obra. En cuanto a la productividad, el 4D mejora la fiabilidad de la planificación y disminuye la variabilidad en los plazos. Kunz y Fischer (2012) argumentan que este enfoque facilita la toma de decisiones y el control de las actividades más críticas. Además, la teoría de Lean Construction destaca que la variabilidad en los flujos de trabajo es una de las principales causas de improductividad, por lo que el BIM 4D juega un papel importante en su reducción (Ballard & Howell, 2003).

### **2.2.11 BIM 5D (INTEGRACIÓN DE COSTOS CON EL MODELO)**

El BIM 5D añade la dimensión de costos al modelo, lo que permite calcular automáticamente los materiales y recursos necesarios. Según Monteiro y Martins (2013), esta integración facilita un control dinámico de los costos a medida que avanza la obra. En cuanto a la productividad: la gestión de costos que se integra al diseño ayuda a optimizar el uso de recursos financieros y materiales. Sacks et al. (2018) subrayan que esta precisión no solo reduce el desperdicio y evita sobrecostos, sino que

también mejora la productividad laboral al eliminar los tiempos muertos por falta de insumos.

#### **2.2.12 BIM 9D (SIMULACIÓN DE PROCESOS, SEGURIDAD Y SOSTENIBILIDAD)**

El BIM 9D no solo se enfoca en la construcción, sino que también integra aspectos de seguridad y sostenibilidad en el modelo. Esto permite anticipar riesgos de accidentes y evaluar el impacto ambiental. Según Zhang et al. (2013), esta dimensión ayuda a detectar automáticamente condiciones de riesgo en los modelos de construcción, lo que a su vez reduce las paralizaciones y las pérdidas de productividad. En cuanto a la productividad, prevenir accidentes es clave para mantener el flujo de trabajo y proteger a la mano de obra calificada. Succar (2009) señala que, al incorporar sostenibilidad y eficiencia en el uso de recursos, se minimizan los desperdicios y costos, lo que a su vez incrementa la eficiencia en el proceso constructivo.

#### **2.2.13 NIVEL DE DESARROLLO (LOD)**

El Nivel de Desarrollo (Level of Development, LOD) es un sistema estandarizado que permite especificar el grado de precisión geométrica y la cantidad de información no gráfica incorporada en los elementos de un modelo BIM. El LOD establece claramente qué nivel de confiabilidad puede esperarse de cada elemento modelado en relación con su uso dentro del proceso de diseño, construcción y gestión del proyecto (BIMForum, 2023).

El LOD no solo define el nivel de detalle gráfico, sino también la información asociada a los componentes del modelo, facilitando la coordinación interdisciplinaria y reduciendo ambigüedades en la interpretación de los entregables digitales.

#### **2.2.14 LOD 300**

El LOD 300 corresponde a un nivel en el cual los elementos del modelo están representados con dimensiones, forma, ubicación y cantidades precisas. En este nivel, la información es suficientemente confiable para

la elaboración de documentación constructiva, metrados, análisis de interferencias y planificación de obra (BIMForum, 2023).

En consecuencia, el LOD 300 permite que los elementos modelados sean utilizados para fines de coordinación técnica y estimación, sin requerir aún el nivel de detalle necesario para fabricación o montaje específico en obra, propio del LOD 400.

## **2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES**

### **2.3.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

Building Information Modeling (BIM) es una metodología colaborativa que se basa en modelos digitales en 3D, integrando tanto información geométrica como no geométrica a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto, que incluye diseño, construcción, operación y mantenimiento. Esto facilita una mejor toma de decisiones, optimiza recursos y permite un control más efectivo de los procesos constructivos. Según Eastman et al. (2018), BIM se define como "una representación digital de las características físicas y funcionales de un objeto o infraestructura, que actúa como una fuente confiable para la toma de decisiones durante su ciclo de vida". Por otro lado, Succar (2020) describe BIM como una plataforma digital que favorece la interoperabilidad entre diferentes agentes y herramientas en el ámbito de la construcción, organizada en dimensiones (3D, 4D, 5D, etc.) para gestionar aspectos como el diseño, el tiempo, el costo y la operación.

### **2.3.2 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN**

Llevar a cabo una revisión crítica sobre los factores que influyen en la productividad laboral a nivel mundial, destacando tanto las medidas de productividad parcial (como la mano de obra) como las de productividad multifactorial. Subrayan la importancia de clasificar y jerarquizar estos elementos (Ardila et al., 2024). Presentan un indicador global de productividad que incluye variables dinámicas relacionadas con el personal y el entorno laboral. Enfatizan la necesidad de adoptar un enfoque integral para medir la productividad, que tenga en cuenta tanto los factores humanos como los organizacionales (Assaad & El-

adaway, 2021). Resaltan la productividad como un elemento esencial en un sistema operativo moderno en la construcción. Argumentan que debe integrar principios tecnológicos y métodos avanzados para alcanzar de manera efectiva los objetivos de tiempo, costo, calidad, seguridad y satisfacción del cliente en los proyectos de construcción (Ghasemi Poor Sabet & Chong, 2020)

### **2.3.3 BIM Y SUS DIMENSIONES (3D, 4D, 5D, 9D)**

3D - Dimensión geométrica (Diseño): El BIM 3D se enfoca en mostrar cómo será físicamente una construcción antes de que exista. Es decir, permite crear un modelo digital tridimensional que no solo representa el aspecto del proyecto, sino que también incluye información útil sobre cada parte: materiales, medidas y funciones. Esto ayuda a que todos los profesionales involucrados (arquitectos, ingenieros, técnicos) trabajen con mayor precisión y coordinación (ISO, 2018).

4D - Dimensión del tiempo (Programación): El BIM 4D lleva ese modelo tridimensional un paso más allá al agregarle el factor tiempo. Es como si al modelo 3D le añadiéramos un cronograma animado: podemos ver en qué momento se construye cada parte del proyecto y cómo se desarrollará la obra a lo largo de las semanas o meses. Esto facilita mucho la planificación y evita retrasos (BuildingSMART Spain, 2024).

5D - Dimensión de costos (Presupuesto): El BIM 5D suma la variable costos al modelo. De esta manera, mientras se visualiza cómo avanza la obra (4D), también se puede calcular automáticamente cuánto costará cada etapa o cambio del proyecto. Esto es útil para controlar el presupuesto en tiempo real y tomar decisiones económicas más acertadas (Quintana, 2023).

9D - Gestión de la construcción: El BIM 9D está relacionado con la gestión integral de la construcción. Aquí se aplican métodos modernos como la industrialización de procesos y la filosofía Lean Construction, que busca hacer más eficiente todo el trabajo en obra, reducir tiempos y optimizar los recursos disponibles (HablemosBIM, s. f.).

### **2.3.4 EFICIENCIA**

La eficiencia se refiere a cómo utilizar de manera inteligente los recursos que tenemos a nuestra disposición para alcanzar una meta. Es lograr un objetivo que ya hemos establecido, pero de la forma más rápida y con el menor gasto posible de recursos (Mendoza, 2023, p. 17).

### **2.3.5 CUMPLIMIENTO DE PLAZOS**

El contratista tiene que presentar la actualización del Programa de Ejecución de Obra [...] para garantizar que se cumpla con el plazo contractual que se ha establecido (Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, 2021, art. 160).

### **2.3.6 CUMPLIMIENTO DE PLAZOS**

El constructor llevará a cabo los procesos de construcción que forman parte del proyecto, siguiendo indicadores de calidad para demostrar que cumple con su compromiso contractual. Esto incluye entregar al cliente las pruebas de que se han respetado los códigos, reglamentos y normas, así como los ensayos, análisis e investigaciones de campo que se habían previsto en el proyecto (Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica G.E.030, 2006, art. 9).

### **2.3.7 MOVILIDAD URBANA**

La movilidad urbana se define como un "sistema dinámico y adaptativo que se integra al metabolismo socioeconómico y ambiental de las ciudades, y que va más allá del simple movimiento de personas. Se forma a partir de estructuras espaciales, relaciones de poder, trayectorias tecnológicas, normas culturales y limitaciones ecológicas" (Sustainability-Directory, 2024).

Además, la movilidad urbana abarca los desplazamientos de las personas dentro de la ciudad a través de redes locales, buscando una gestión eficiente del espacio público y promoviendo un transporte sostenible que mejore la calidad de vida. Se priorizan los modos de transporte colectivos y no motorizados en lugar del uso del automóvil privado (Casiopea-PUCV, 2023).

### **2.3.8 INFRAESTRUCTURA URBANA**

La infraestructura urbana se refiere a la red de instalaciones y servicios como el transporte, el suministro de agua, la energía, las telecomunicaciones, los espacios públicos y los equipamientos sociales que están organizados de manera lógica y eficiente en el entorno urbano. Su objetivo es asegurar que la ciudad funcione de manera óptima, fomentar la equidad en el territorio, impulsar el desarrollo económico, promover la sostenibilidad ambiental y fortalecer la cohesión social (Astaburuaga, 2022). En otras palabras, la infraestructura urbana es el conjunto de servicios esenciales como el transporte público, el acceso al agua potable, el saneamiento, la energía, las comunicaciones y la gestión de residuos que permite que una ciudad opere de forma continua, eficiente, accesible y sostenible (StudySmarter, 2024).

### **2.3.9 MALECÓN URBANO**

El Malecón urbano se define como "un espacio público costero o fluvial que actúa como una infraestructura conectiva, integrando el patrimonio, la actividad económica y cultural, y fortaleciendo la resiliencia urbana a través de la recuperación del entorno natural y social" (Buendía Muro & Chávez Quijano, 2024). Además, se describe como "una franja que sirve de límite entre la ciudad y el río (o mar), que, más allá de su función de protección y paseo, crea áreas de continuidad o discontinuidad en la relación de los habitantes con los ecosistemas acuáticos, reflejando tensiones territoriales y oportunidades para una reconexión socio-ambiental" (Román Moncagatta et al., 2023).

### **2.3.10 IMPLEMENTACIÓN DE BIM**

La implementación BIM se refiere al "conjunto de actividades que realiza una unidad organizacional para preparar el despliegue o mejorar los flujos de trabajo BIM y sus entregables (servicios o productos)", y se divide en tres fases: disposición para adoptar, capacidad de ejecución y madurez según su rendimiento (Rosales & Alfaro, 2023). Este proceso es "un aspecto crucial para integrar los procesos BIM en flujos de trabajo ya existentes" y debe apoyarse en tres elementos clave: capacitación, estructura de datos y soporte técnico (De Feo, 2022). Incluye

"actividades organizadas en auditoría, diagnóstico, plan de acción, implementación, estabilización y evaluación", todas fundamentadas en una decisión estratégica y guiadas por los pilares de estrategia, personas, procesos y tecnología (Revista CFIA, 2024).

### **2.3.11 NIVELES DE MADUREZ BIM**

Los niveles de madurez BIM se clasifican en cinco etapas: "inicial/ad-hoc", "definido", "gestionado", "integrado" y "optimizado". Estas etapas representan un camino hacia un mayor control, predictibilidad, eficiencia operativa y un uso estratégico de BIM dentro de una organización (IAC, 2024; Prieto, 2025). Cada nivel de madurez BIM indica cuán colaborativos y sofisticados son los intercambios de información en los proyectos de construcción. Comenzamos desde entornos de gestión CAD 2D, donde la colaboración es casi inexistente (Nivel 0), avanzamos hacia el modelado en 3D con entornos de datos compartidos (Niveles 1 y 2), y finalmente alcanzamos una integración total que utiliza la nube y un modelo único compartido (Nivel 3). A veces, también se menciona un Nivel 4 exploratorio que se centra en aspectos sociales o en el metaverso (Simulations 4D, 2024; Trace Software, 2024; Morales, 2022).

### **2.3.12 COLABORACIÓN DIGITAL**

La colaboración digital en BIM significa que todos los participantes trabajan en un modelo centralizado que se actualiza en tiempo real desde la nube. Esto no solo facilita la toma de decisiones, sino que también mejora la eficiencia y la transparencia, al mismo tiempo que reduce errores y costos (Srebernic, 2025).

### **2.3.13 PRODUCTIVIDAD**

La productividad se refiere a la relación entre la cantidad de producción que se obtiene y los recursos que se utilizan, como el tiempo, el trabajo, el capital, la energía o los materiales. En este sentido, una mayor productividad significa conseguir más resultados sin necesidad de aumentar los recursos (Wikipedia España, 2024; El País, 2025).

### **2.3.14 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD**

Se pueden identificar cinco categorías principales de factores que influyen en la eficiencia productiva: (a) gestión del personal, que incluye

aspectos como la capacitación y la motivación; (b) metodologías y procesos, abarcando la planificación y el enfoque de Lean Construction; (c) tecnología y herramientas, que comprenden software, BIM y maquinaria avanzada; (d) suministro y logística, que se refieren a materiales, proveedores y cronogramas; y (e) el entorno externo, que incluye factores climáticos, regulatorios y socioeconómicos. Todos estos elementos impactan directamente en la productividad (Project Management Handbook, 2024).

### **2.3.15 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD**

La medición de la productividad laboral en el sector de la construcción se puede entender como la evaluación de varios indicadores, como "producción por hora de trabajo", "tiempo productivo del trabajador en relación al tiempo total de trabajo", "valor del trabajo completado por horas de trabajo" y otras variantes. Estos indicadores relacionan el valor físico o monetario del trabajo realizado con las horas o costos de mano de obra que se han invertido (RICS, 2024).

### **2.3.16 TRANSPORTE SOSTENIBLE**

La reducción de emisiones es promovida por el transporte urbano sostenible, usar eficientemente el espacio vial, el equilibrio en el acceso y la promoción de modos de transporte no motorizados (Banco Mundial, 2022).

### **2.3.17 INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD**

Contar con una infraestructura adecuada requiere del mejoramiento de la movilidad como las vías, las estaciones, los paraderos, las ciclovías, los semáforos inteligentes, los sistemas de señalización y accesibilidad para personas con alguna discapacidad (BID, 2021).

### **2.3.18 GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

La gestión de proyectos de construcción se refiere a "dirigir y coordinar recursos humanos, materiales y tecnológicos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, utilizando técnicas modernas de gestión para alcanzar los objetivos establecidos en cuanto a alcance, costo, tiempo, calidad y productividad" (Forbes Advisor, 2024; RIB Software, 2024). Este proceso implica "planificar, organizar, monitorear y controlar

las actividades de construcción mediante herramientas como el diagrama de Gantt, la matriz de responsabilidades y los indicadores de desempeño, todo con el objetivo de cumplir con los plazos, costos y calidad, además de asegurar la satisfacción del cliente" (Industriapedia, 2024).

### **2.3.19 TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA CONSTRUCCIÓN**

La transformación digital en la construcción se refiere a "utilizar el poder de las tecnologías digitales para hacer que las operaciones sean más eficientes, productivas y seguras", lo que impulsa un cambio en la manera de trabajar dentro de una organización y permite adaptarse a nuevas circunstancias (Grieve, 2024). Se describe como una "estrategia digital multifuncional que moderniza el uso de la tecnología para optimizar operaciones, productividad y costos, e incluye cambios organizacionales—no es suficiente con adoptar tecnología, se necesita una cultura, procesos y personas que participen activamente" (Cole, 2023). Es "el proceso de integrar nuevas tecnologías digitales —desde plataformas en la nube hasta sensores IoT— a lo largo del ciclo de vida del proyecto, fomentando visibilidad, colaboración, eficiencia y decisiones basadas en datos, lo que reduce riesgos y mejora la seguridad" (The Access Group, 2023).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

La aplicación de la metodología BIM se relaciona con mejoras observables en los indicadores de productividad del proyecto.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Metodología de trabajo digital (BIM)

### **2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Productividad

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 1

Matriz de operacionalización de Variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Unidad de medida	Valores finales
Variable Independiente: <b>Metodología (BIM)</b>	3D – Dimensión geométrica (Diseño)	- Existencia y uso del modelo tridimensional integrado - Número de incompatibilidades/interferencias (Clashes) detectadas en el modelo BIM	Cualitativa ordinal Cuantitativa de razón	Nivel de cumplimiento Número absoluto (Nº)	Bajo–Medio–Alto Cantidad total de Clashes
	4D – Dimensión del tiempo (Programación)	- Vinculación del modelo BIM con el cronograma	Cualitativa ordinal	Nivel de vinculación	Bajo–Medio–Alto
	5D – Dimensión de costos (Presupuesto)	- Integración del modelo con el presupuesto	Cualitativa ordinal	Grado de integración	Bajo–Medio–Alto
	9D – Gestión de la construcción	- Uso de BIM para optimizar procesos constructivos - Número de Solicitudes de Información (RFI) generadas - Número de Órdenes de Cambio evitadas gracias al uso de BIM	Cualitativa ordinal Cuantitativa de razón Cuantitativa de razón	Nivel de uso Número absoluto (Nº) Número absoluto (Nº)	Bajo–Medio–Alto Cantidad de RFI Cantidad de Órdenes de Cambio
Variable Dependiente: <b>Productividad</b>	Eficiencia	- Costo unitario de ejecución - Rendimiento de mano de obra - Uso óptimo de materiales - Precisión de metrados (variación porcentual entre metrados originales y metrados BIM)	Cuantitativa de razón Cuantitativa de razón Cualitativa ordinal Cuantitativa de razón	Soles/m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> /jornada Nivel de uso óptimo Porcentaje (%)	Valores numéricos Valores numéricos Bajo–Medio–Alto% de variación
	Cumplimiento de plazos	- Variación entre cronograma real y programado - Índice de avance físico	Cuantitativa de razón Cuantitativa de razón	Días de variación% de avance físico	Valores numéricos% acumulado

	Desempeño técnico	- Porcentaje de partidas aprobadas - Nivel de conformidad con especificaciones técnicas	Cuantitativa de razón Cualitativa ordinal	Porcentaje (%) Grado de conformidad	% de aprobación Bajo–Medio–Alto
--	-------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación fue de tipo aplicada, debido a que se orientó al análisis de un problema práctico y real vinculado con la productividad en proyectos de infraestructura urbana. El estudio se enfocó en evaluar el impacto de la metodología Building Information Modeling (BIM) en los indicadores de productividad del proyecto "Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana en el Malecón Higuera", en la ciudad de Huánuco, durante el año 2025.

En el marco de esta investigación aplicada, se desarrolló un modelo digital del proyecto hasta un Nivel de Desarrollo (LOD) 300, a partir de la información contenida en el expediente técnico. Este nivel permitió obtener datos confiables en términos de metrados, planificación y coordinación técnica, necesarios para el análisis comparativo de los indicadores de productividad.

La investigación se enmarcó en el estudio de un caso real, utilizando documentación técnica existente y la información generada mediante el modelo BIM en LOD 300, con el propósito de analizar y describir el comportamiento de los indicadores de productividad desde un enfoque técnico y comparativo, sin intervenir en la ejecución física de la obra.

#### **3.2 ENFOQUE**

La presente investigación correspondió al enfoque cuantitativo, debido a que se trabajó con datos numéricos obtenidos de la documentación técnica del proyecto, los cuales permitieron realizar la medición y el análisis de los indicadores de productividad relacionados con la metodología BIM.

El análisis se realizó a partir de la información contenida en el expediente técnico convencional y en el modelo digital BIM elaborado con base en dicha documentación, permitiendo organizar y comparar de manera objetiva los valores registrados en términos de eficiencia, costos, tiempos y desempeño técnico del proyecto "Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en el

Malecón Higueras, distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco" – CUI N.º 2622359.

Este enfoque permitió describir el comportamiento de los indicadores de productividad a partir del registro sistemático de datos cuantificables, en coherencia con el diseño metodológico adoptado.

### **3.2.1 ALCANCE O NIVEL**

La investigación presentó un alcance de nivel aplicativo, debido a que empleó conocimientos teóricos y metodológicos de la metodología Building Information Modeling (BIM) para su aplicación en un caso real de infraestructura urbana. El estudio tuvo como finalidad evaluar el impacto de la metodología BIM en los indicadores de productividad del proyecto de Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana del Malecón Higueras, en la ciudad de Huánuco, durante el año 2025.

Para ello, se desarrolló un modelo digital del proyecto hasta un Nivel de Desarrollo (LOD) 300, lo que permitió obtener información técnica confiable en términos de metrados, planificación y coordinación. A partir del análisis técnico-documental del expediente convencional y la información generada mediante el modelo BIM en LOD 300, se realizó una evaluación comparativa de los indicadores de productividad.

El alcance aplicativo permitió analizar el comportamiento de dichos indicadores dentro de un entorno tradicional y un entorno modelado con BIM, sin intervenir en la ejecución física de la obra, manteniendo un enfoque descriptivo-comparativo basado en información técnica existente.

### **3.2.2 DISEÑO**

El diseño de la investigación fue no experimental, de tipo descriptivo transversal, debido a que no se manipuló ninguna variable ni se realizó intervención directa en la ejecución del proyecto. El estudio se desarrolló a partir del análisis documental del expediente técnico, los registros técnicos de obra y el modelo BIM elaborado para el proyecto.

El modelo digital fue desarrollado hasta un Nivel de Desarrollo (LOD) 300, lo que permitió representar los elementos constructivos con

dimensiones, ubicación y cantidades precisas. Este nivel de desarrollo garantizó confiabilidad en la obtención de metrados, detección de interferencias y análisis de planificación, información necesaria para evaluar los indicadores de productividad del proyecto.

La investigación se centró en el registro y análisis de información técnica existente, observando cómo se manifiestan los indicadores asociados a la productividad tanto en el entorno de documentación tradicional como en el entorno modelado bajo metodología BIM con LOD 300, sin alterar las condiciones reales del proceso constructivo.

Para ello, se recopilaron datos provenientes de planos, metrados, cronogramas, presupuestos, informes técnicos, modelo digital en LOD 300 y documentos de gestión, los cuales fueron organizados mediante fichas de registro de datos. Esta información permitió establecer comparaciones descriptivas entre la documentación técnica convencional y la información generada a partir del modelo BIM.

Este diseño permitió describir de manera objetiva la relación entre la metodología BIM, desarrollada hasta un LOD 300, y los indicadores de productividad del proyecto, utilizando únicamente el análisis de información existente, sin aplicar tratamientos experimentales ni establecer relaciones de causalidad.

Es importante precisar que el término "impacto", empleado en el título de la investigación, se entiende en el marco de un análisis comparativo técnico y descriptivo basado en evidencia documental, mas no como una comprobación de causalidad experimental. La evaluación se realizó a partir de la comparación objetiva de indicadores de productividad entre la documentación convencional y la información generada mediante el modelo BIM desarrollado hasta un LOD 300, permitiendo identificar variaciones y mejoras en los procesos de planificación y control del proyecto.

### **3.2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), en los estudios de tipo documental y de caso único, la población puede

estar constituida por un solo elemento de análisis, como un proyecto, expediente técnico o conjunto documental, del cual se extrae la información relevante para el estudio.

En la presente investigación, acorde con el diseño no experimental – descriptivo transversal, la población estuvo conformada por la documentación técnica completa del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higuera, Huánuco, 2025, incluyendo el expediente técnico, planos, metrados, cronogramas, presupuestos, informes técnicos y el modelo digital BIM elaborado a partir de dicha información.

Las unidades de análisis estuvieron constituidas por los documentos técnicos y registros contenidos en el expediente y en el modelo BIM, los cuales proporcionaron información cuantificable para el análisis de los indicadores de productividad.

La muestra estuvo conformada por los documentos y registros técnicos seleccionados del expediente y del modelo BIM que resultaron pertinentes para el registro de datos mediante las fichas de recolección, según las dimensiones e indicadores establecidos en la investigación.

#### **3.2.4 UNIDAD DE ANÁLISIS**

En concordancia con el diseño no experimental de tipo descriptivo transversal, la unidad de análisis estuvo constituida por cada registro técnico contenido en la documentación del proyecto que aportó información cuantificable para la evaluación de los indicadores de productividad.

En ese sentido, se consideraron como unidades de análisis:

- Las partidas del presupuesto del proyecto.
- Las actividades del cronograma de obra.
- Los metrados registrados en planos y en el modelo BIM.
- Los reportes de interferencias (clash detection) del modelo digital.
- Los registros de solicitudes de información (RFI).
- Los informes de cambios y replanteos técnicos.

- Los informes de avance físico y control de calidad.

Cada uno de estos elementos permitió registrar valores comparables provenientes tanto del expediente técnico tradicional como de la información generada a partir del modelo BIM, los cuales fueron organizados mediante las fichas de registro de datos para su posterior análisis descriptivo.

De esta manera, la investigación se centró en el análisis detallado de los componentes técnicos del proyecto, sin intervenir en la ejecución de la obra, sino observando y describiendo la información existente en los documentos y en el entorno digital BIM.

**Tabla 2**

*Población y muestra*

<b>Elemento</b>	<b>Definición</b>	<b>Descripción en la investigación</b>
<b>Población</b>	Conjunto total de elementos que constituyen el objeto de estudio	Documentación técnica completa del proyecto (expediente, modelo BIM, informes, cronogramas, presupuestos) (N = 1)
<b>Muestra</b>	Subconjunto de la población que se selecciona para el análisis	Indicadores registrados en la ficha de recolección de datos del proyecto

### **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1 TÉCNICA:**

La técnica empleada en la investigación fue el análisis documental, debido a que se trabajó con fuentes primarias contenidas en la documentación técnica del proyecto de inversión pública, tales como el expediente técnico, planos, metrados, cronogramas, presupuestos, informes técnicos y el modelo digital BIM elaborado a partir de dicha información.

Este análisis permitió identificar, organizar y examinar la información relevante correspondiente a los indicadores de productividad presentes tanto en la documentación técnica convencional como en la información generada en el entorno BIM.

### **3.3.2 INSTRUMENTO:**

El instrumento utilizado fue la Ficha de Registro de Datos, diseñada para sistematizar la información extraída de los documentos técnicos del proyecto. Esta ficha contempló campos específicos para el registro de los valores asociados a cada indicador de productividad, facilitando su organización, comparación descriptiva y posterior análisis.

La ficha permitió registrar información proveniente del expediente técnico tradicional y del modelo BIM, de acuerdo con las dimensiones e indicadores establecidos en la investigación.

### **3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el procesamiento y análisis de los datos se emplearon técnicas de estadística descriptiva, las cuales permitieron organizar, sistematizar y presentar la información correspondiente a los indicadores de productividad registrados en la ficha de recolección de datos.

La información obtenida de los documentos técnicos y del modelo BIM fue organizada en tablas comparativas, a partir de las cuales se calcularon porcentajes de variación, promedios y representaciones gráficas que facilitaron la interpretación de los resultados.

El análisis se centró en la descripción y comparación de los valores registrados en la documentación técnica convencional y en la información generada en el entorno BIM, con el propósito de identificar comportamientos observables en los indicadores de productividad del proyecto.

Dado que la investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental de tipo descriptivo transversal, no se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales, sino que el análisis se fundamentó en la interpretación descriptiva de los datos obtenidos, en coherencia con los objetivos planteados y con la naturaleza metodológica del estudio.

La escala de interpretación de resultados fue establecida bajo criterio del investigador, con el propósito de sistematizar y consolidar la información recolectada mediante el instrumento. En ese sentido, se definieron tres niveles

de evaluación: bajo (0%–33%), medio (34%–66%) y alto (67%–100%).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 RESULTADOS POR INDICADORES

##### VARIABLE INDEPENDIENTE: METODOLOGIA BIM

**Tabla 3**

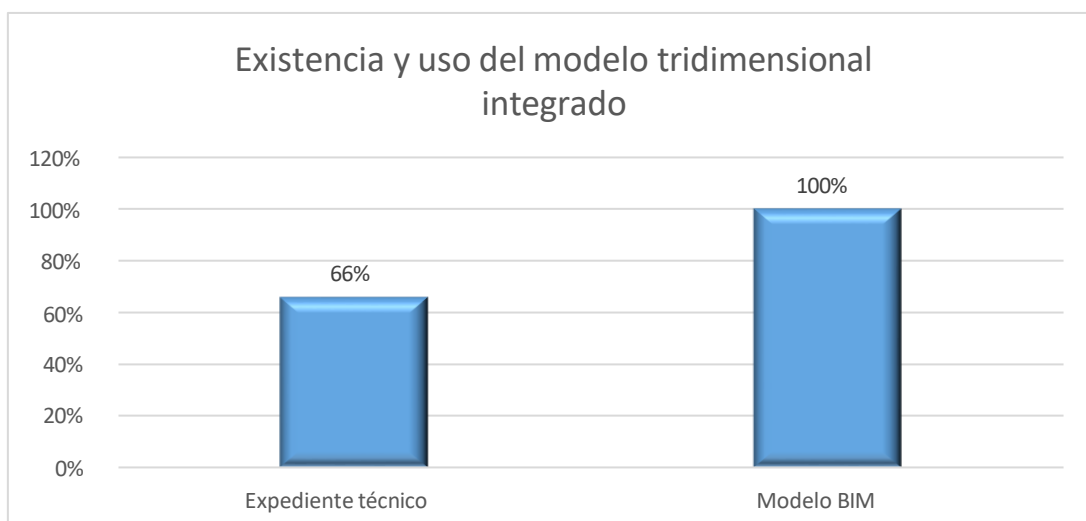
*Existencia y uso del modelo tridimensional integrado*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	66%	Medio
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Los puntajes se expresan en una escala porcentual de 0 a 100, conforme al instrumento de medición.

**Figura 1**

*Existencia y uso del modelo tridimensional integrado*



En la Tabla 3 y Figura 1 se muestran los resultados de la dimensión 3D: Geometría del diseño para el indicador existencia y uso del modelo tridimensional integrado, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM elaborado en el estudio. Desde el expediente técnico se obtuvo un 66% (nivel medio), debido a que la representación del proyecto se limitaba a planos bidimensionales que restringían la visualización integral; mientras que con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), ya

que el modelado tridimensional permitió integrar toda la información geométrica en un único entorno digital, evidenciando así el mayor nivel de integración que ofrece BIM para el análisis técnico sin que ello implique una intervención directa en la obra.

**Tabla 4**

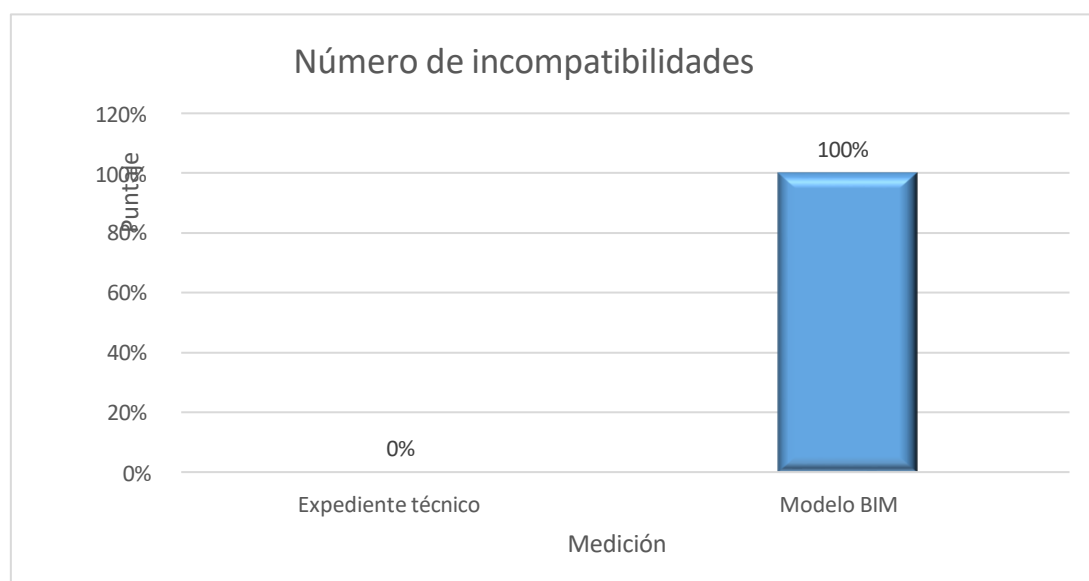
*Número de Incompatibilidades*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	0%	Bajo
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* El 100% del puntaje en el Modelo BIM equivale a la identificación de 56 incompatibilidades en la geometría del diseño.

**Figura 2**

*Número de Incompatibilidades*



En la Tabla 4 y Figura 2 se presentan los resultados de la Dimensión 3D: Geometría del diseño para el indicador número de incompatibilidades, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 0% (nivel bajo), debido a que la revisión basada en planos bidimensionales no permitió identificar interferencias geométricas; mientras que con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), al detectarse 56 incompatibilidades mediante el modelado tridimensional

integrado, evidenciando así la capacidad del entorno BIM para revelar interferencias que no son perceptibles en la documentación tradicional.

**Tabla 5**

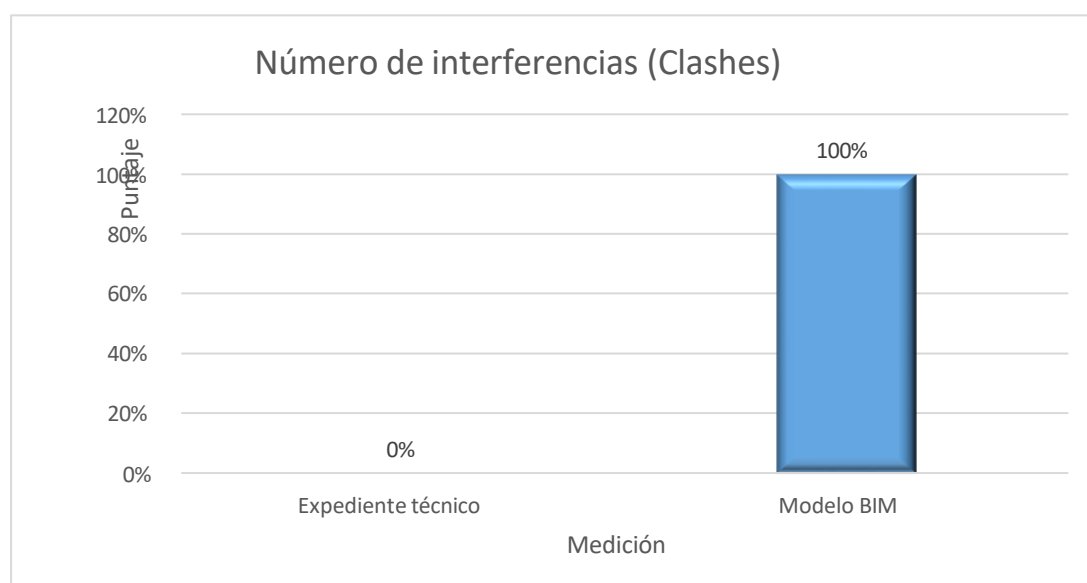
*Número de interferencias (Clashes)*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	0%	Bajo
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* El 100% del puntaje en el Modelo BIM equivale a la identificación de 81 interferencias (Clashes) en la geometría del diseño.

**Figura 3**

*Número de interferencias (Clashes)*



En la Tabla 5 y Figura 3 se presentan los resultados de la Dimensión 3D: Geometría del diseño para el indicador número de interferencias (clashes), a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 0% (nivel bajo), ya que la revisión basada en planos bidimensionales no permitió identificar interferencias geométricas; mientras que con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), al detectarse 81 interferencias mediante el modelado tridimensional integrado, evidenciando la capacidad del entorno BIM para identificar conflictos

espaciales que no son perceptibles en la documentación tradicional.

**Tabla 6**

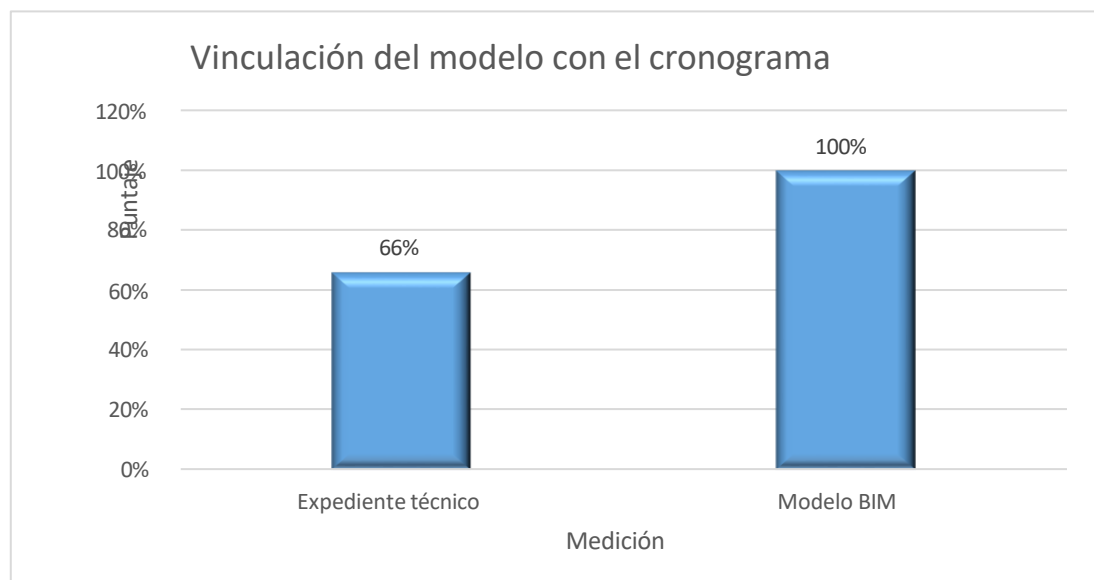
*Vinculación del modelo con el cronograma*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	66%	Medio
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Los puntajes se expresan en una escala porcentual de 0 a 100, conforme al instrumento de medición.

**Figura 4**

*Vinculación del modelo con el cronograma*



En la Tabla 6 y Figura 4 se presentan los resultados de la Dimensión 4D: Programación para el indicador vinculación del modelo con el cronograma, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 66% (nivel medio), debido a que la programación se gestionaba de forma separada a la representación gráfica del proyecto; mientras que con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), al integrarse el cronograma directamente con el modelo digital, evidenciando una mayor articulación entre la planificación temporal y la geometría del proyecto.

**Tabla 7**

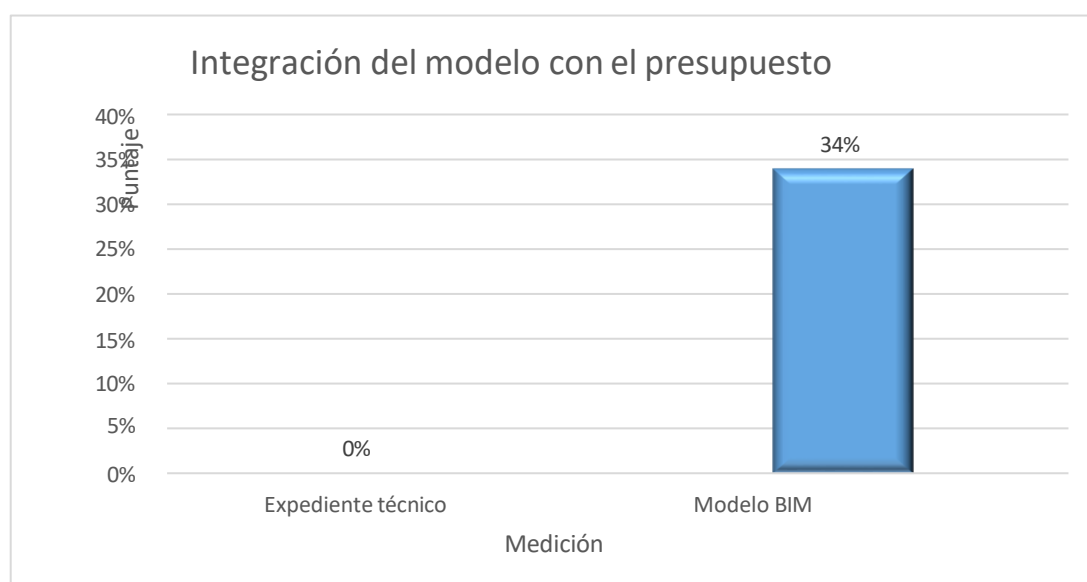
*Integración del modelo con el presupuesto*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	0%	Bajo
Modelo BIM	34%	Bajo

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador integración del modelo con el presupuesto representa un mayor nivel de vinculación entre el modelo BIM, los metrados y los costos del proyecto, favoreciendo la precisión presupuestal y el control de costos durante la ejecución de la obra.

**Figura 5**

*Integración del modelo con el presupuesto*



En la Tabla 7 y Figura 5 se presentan los resultados de la Dimensión 5D: Presupuesto para el indicador integración del modelo con el presupuesto, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 0% (nivel bajo), ya que los metrados y costos se elaboraban de forma tradicional y sin vinculación con un modelo digital; mientras que con el modelo BIM se alcanzó un 34% (nivel bajo), evidenciando una integración parcial entre los metrados extraídos del modelo y el presupuesto del proyecto, lo que refleja un avance inicial en la articulación entre geometría y costos.

**Tabla 8**

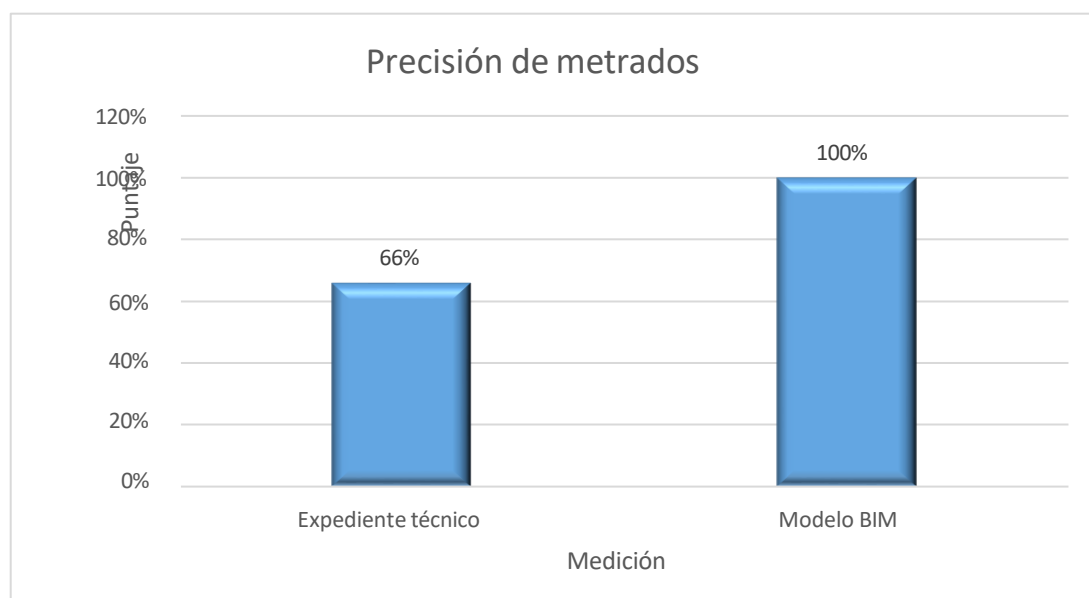
*Precisión de metrados*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	66%	Medio
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la variable precisión de metrados representa un mayor nivel de exactitud en los metrados del proyecto.

**Figura 6**

*Precisión de metrados*



En la Tabla 8 y Figura 6 se presentan los resultados de la Dimensión 5D: Presupuesto para el indicador precisión de metrados, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 66% (nivel medio), evidenciando una precisión moderada en los metrados elaborados de forma tradicional; mientras que con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), debido a la extracción directa y automatizada de metrados desde el modelo digital, lo que demuestra una mejora sustancial en la exactitud del cálculo dentro de la dimensión presupuestal.

**Tabla 9**

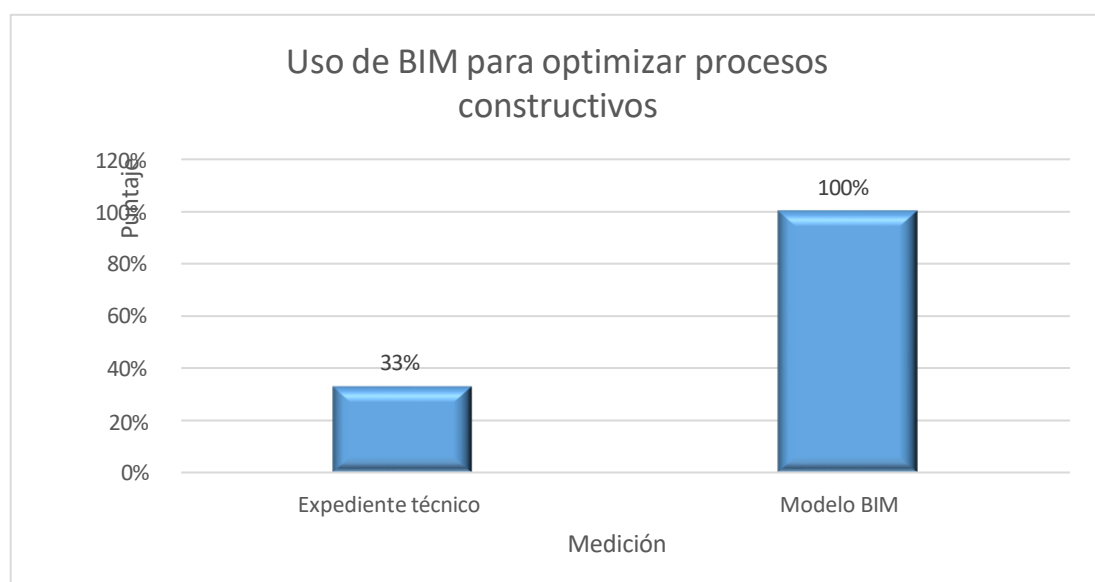
*Uso de BIM para optimizar procesos constructivos*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	33%	Bajo
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador uso de BIM para optimizar procesos constructivos representa un mayor nivel de aplicación de la metodología BIM en la gestión de la construcción.

**Figura 7**

*Uso de BIM para optimizar procesos constructivos*



En la Tabla 9 y Figura 7 se presentan los resultados de la Dimensión 9D: Gestión de la construcción para el indicador uso de BIM para optimizar procesos constructivos, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 33% (nivel bajo), evidenciando que la gestión se basaba en documentación y coordinación tradicional, lo que limitaba la visión integral del proyecto y la anticipación de dificultades. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), ya que el entorno digital permitió simular, analizar y optimizar virtualmente los procesos constructivos antes de su ejecución,

facilitando la coordinación técnica y la toma de decisiones con información integrada, sin implicar intervención directa en la obra.

**Tabla 10**

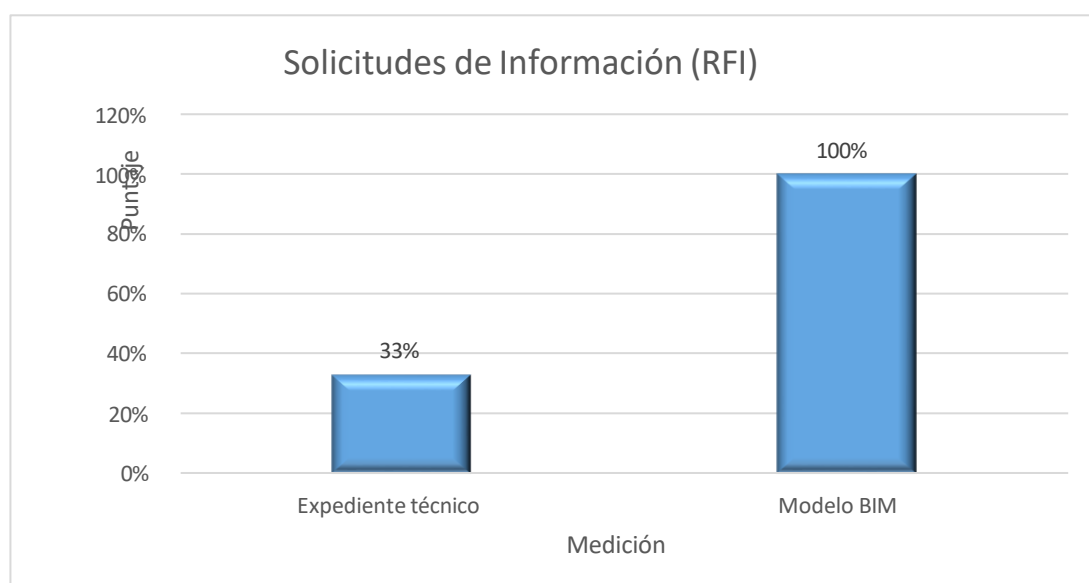
*Solicitudes de Información (RFI)*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	33%	Bajo
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador Solicitudes de Información (RFI) representa un mejor nivel de gestión, control y seguimiento de las solicitudes durante la ejecución del proyecto.

**Figura 8**

*Solicitudes de Información (RFI)*



En la Tabla 10 y Figura 8 se presentan los resultados de la Dimensión 9D: Gestión de la construcción para el indicador Solicitudes de Información (RFI), a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 33% (nivel bajo), evidenciando que la gestión de las RFI se realizaba mediante procedimientos tradicionales, con limitaciones en el control, registro y seguimiento oportuno de la información generada durante el desarrollo del proyecto. En cambio, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), ya que el entorno digital permitió

organizar, centralizar y dar trazabilidad a las solicitudes de información, facilitando una gestión más ordenada y eficiente para la toma de decisiones, sin que ello implique una intervención directa en la ejecución física de la obra.

**Tabla 11**

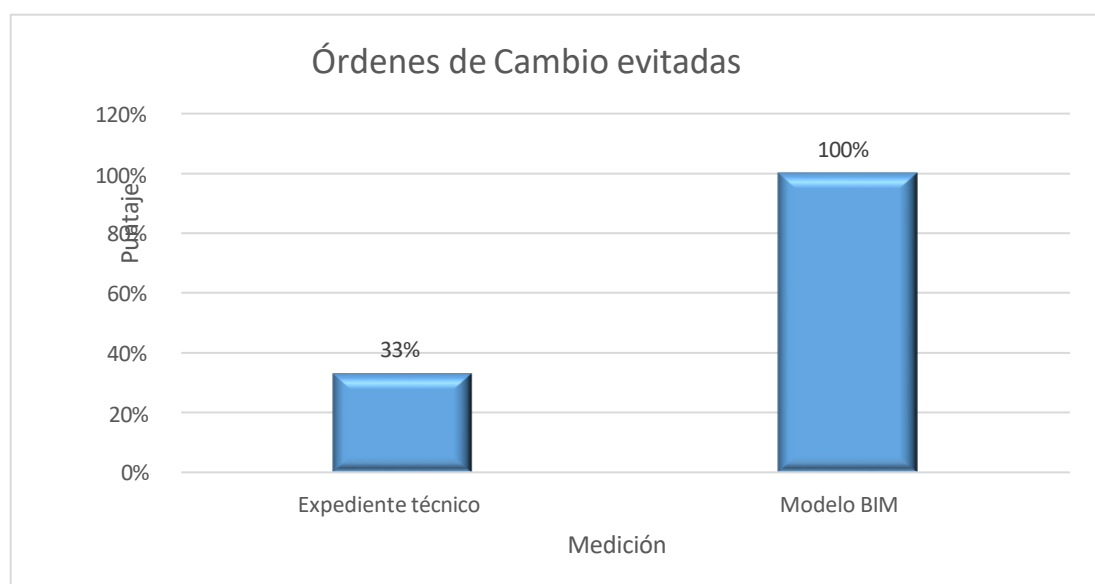
*Órdenes de Cambio evitadas*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	33%	Bajo
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador órdenes de cambio evitadas representa un mejor nivel de control del proyecto y una reducción de modificaciones no previstas durante la ejecución de la obra.

**Figura 9**

*Órdenes de Cambio evitadas*



En la Tabla 11 y Figura 9 se presentan los resultados de la Dimensión 9D: Gestión de la construcción para el indicador órdenes de cambio evitadas, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 33% (nivel bajo), evidenciando una capacidad limitada para anticipar situaciones que pudieran generar órdenes de cambio, lo que podía derivar en retrabajos, sobrecostos y retrasos. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), ya que el

entorno digital permitió prever conflictos y ajustar virtualmente el diseño antes de la ejecución, favoreciendo una mayor eficiencia, control y previsibilidad en el desarrollo del proyecto, sin implicar intervención directa en la obra.

### VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

**Tabla 12**

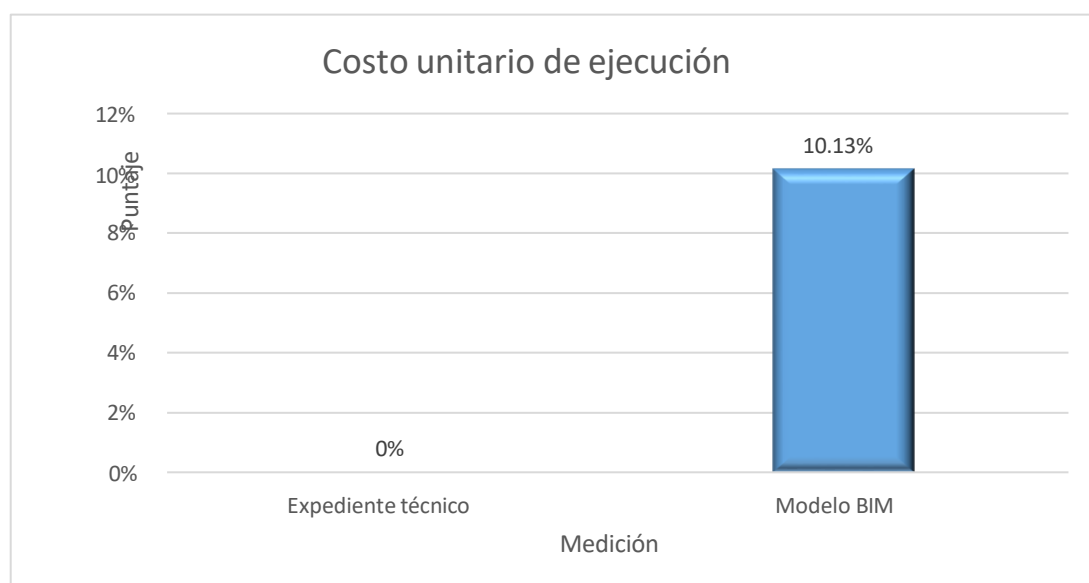
*Costo unitario de ejecución*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	0%	Bajo
Modelo BIM	10.13%	Bajo

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador costo unitario de ejecución representa una mayor eficiencia en el uso de los recursos económicos del proyecto, reflejada en la optimización de costos unitarios durante la ejecución de la obra.

**Figura 10**

*Costo unitario de ejecución*



En la Tabla 12 y Figura 10 se presentan los resultados de la Sección A: Eficiencia para el indicador costo unitario de ejecución, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 0% (nivel bajo), evidenciando que la estimación y gestión de costos se realizaban sin herramientas que permitieran optimizar el uso de recursos. En cambio, con el modelo BIM se alcanzó un

10.13% (nivel bajo), observándose una mejora inicial en el control del costo unitario de ejecución, al permitir una gestión más precisa y eficiente de los recursos económicos del proyecto, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 13**

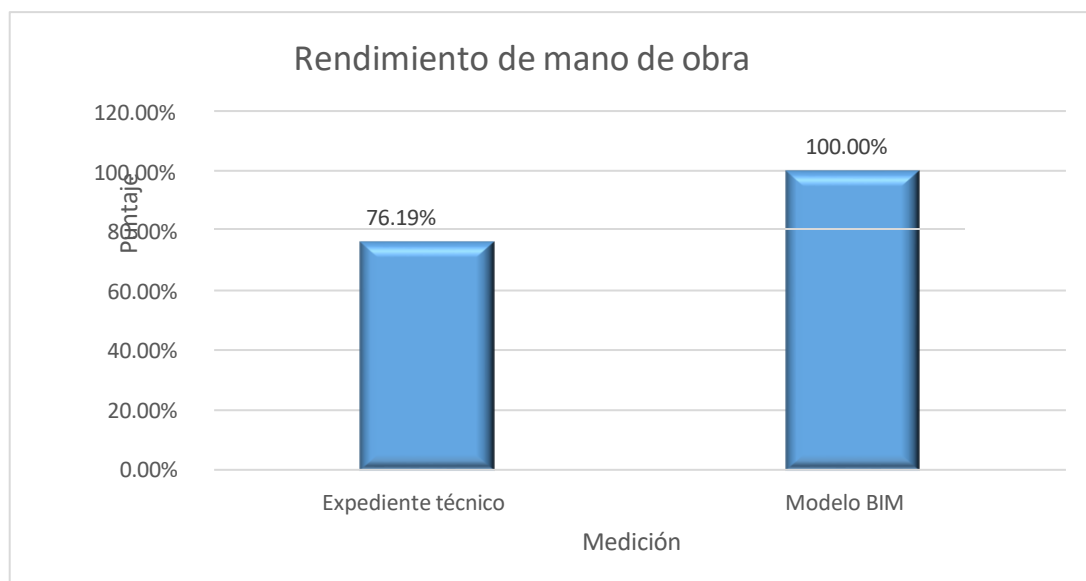
*Rendimiento de mano de obra*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	76.19%	Alto
Modelo BIM	100.00%	Alto

*Nota.* En el indicador rendimiento de mano de obra, un mayor puntaje porcentual representa un incremento en la productividad y eficiencia del recurso humano.

**Figura 11**

*Rendimiento de mano de obra*



En la Tabla 13 y Figura 11 se presentan los resultados de la Sección A: Eficiencia para el indicador rendimiento de mano de obra, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 76.19% (nivel alto), evidenciando un rendimiento favorable, aunque con margen de mejora. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100.00% (nivel alto), registrándose un incremento de 23.81%, lo que refleja una mayor productividad del recurso humano y un uso más eficiente del tiempo de trabajo, derivado del análisis y la planificación

apoyados en el entorno digital, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 14**

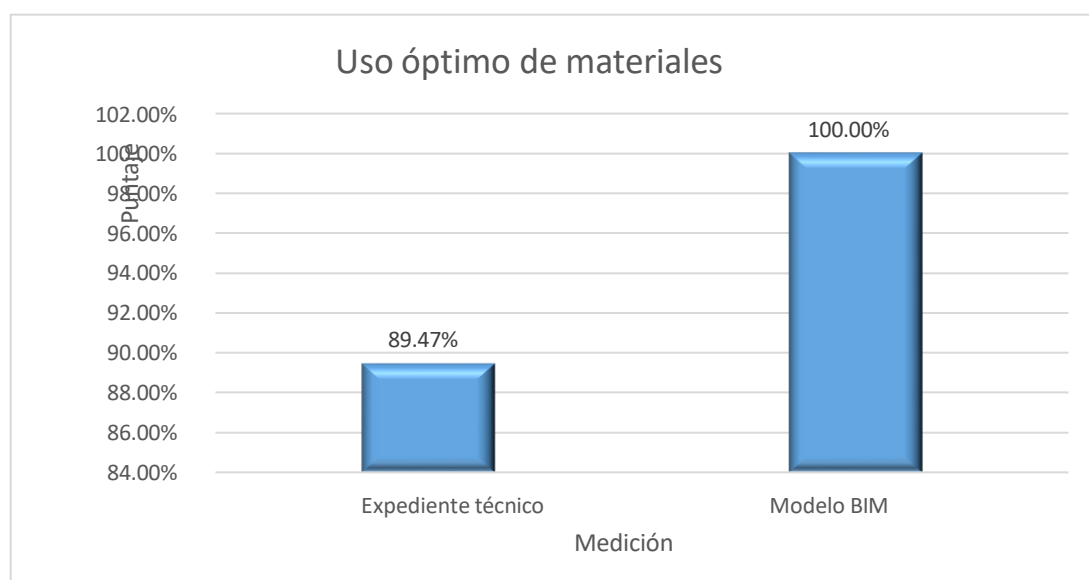
*Uso óptimo de materiales*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	76.19%	Alto
Modelo BIM	100.00%	Alto

*Nota.* En el indicador uso óptimo de materiales, un mayor puntaje porcentual representa un mayor nivel de eficiencia en la utilización de los recursos materiales.

**Figura 12**

*Uso óptimo de materiales*



En la Tabla 14 y Figura 12 se presentan los resultados de la Sección A: Eficiencia para el indicador uso óptimo de materiales, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 89.47% (nivel alto), evidenciando que el uso de materiales en el proyecto era eficiente, aunque aún presentaba oportunidades de mejora en la planificación y control. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100.00% (nivel alto), registrándose una diferencia de 10.53%, lo que demuestra una mejora en la gestión de los recursos materiales gracias a la información integrada y al análisis detallado que

permitió el entorno digital, sin que ello implique una intervención directa en la ejecución física de la obra.

**Tabla 15**

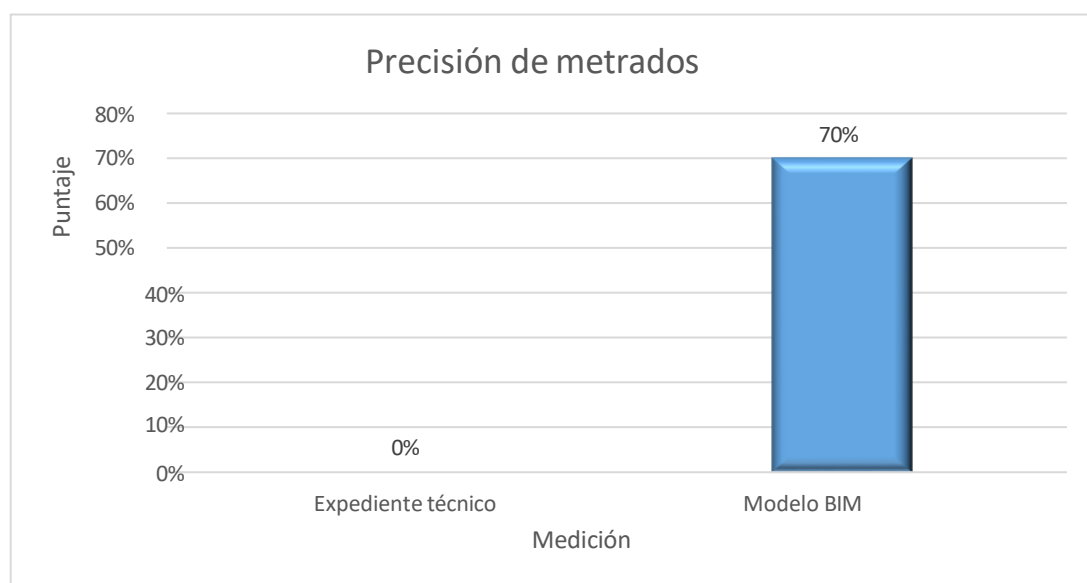
*Precisión de metrados*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	0%	Bajo
Modelo BIM	70%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador precisión de metrados representa un mayor nivel de exactitud en la cuantificación de partidas del proyecto.

**Figura 13**

*Precisión de metrados*



En la Tabla 15 y Figura 13 se presentan los resultados de la Sección A: Eficiencia para el indicador precisión de metrados, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 0% (nivel bajo), evidenciando que la precisión de los metrados era limitada y podía generar inconsistencias en la planificación y el control del proyecto. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 70% (nivel alto), lo que muestra una mejora significativa en la exactitud de los metrados gracias a la extracción directa de cantidades desde el modelo digital. Este resultado evidencia un aporte importante del entorno BIM a la eficiencia del

proyecto, al favorecer una cuantificación más confiable de las partidas y una mejor gestión de los recursos, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 16**

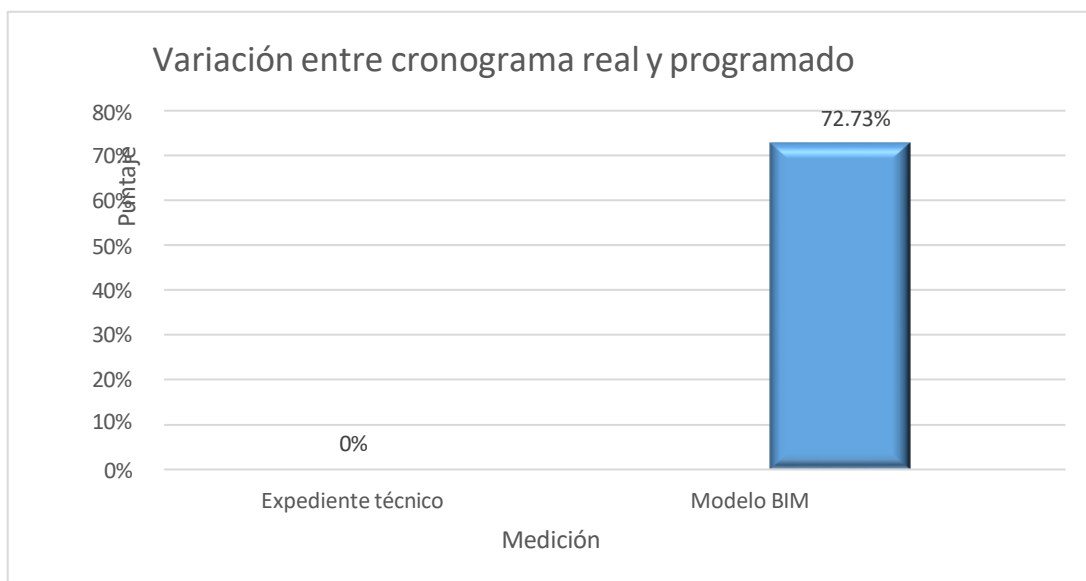
*Variación entre cronograma real y programado*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	0%	Bajo
Modelo BIM	72.73%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador variación entre cronograma real y programado representa una menor desviación y un mayor nivel de cumplimiento de los plazos del proyecto.

**Figura 14**

*Variación entre cronograma real y programado*



En la Tabla 16 y Figura 14 se presentan los resultados de la Sección B: Cumplimiento de plazos para el indicador variación entre el cronograma real y el cronograma programado, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 0% (nivel bajo), evidenciando diferencias significativas entre lo programado y lo ejecutado, lo que afectaba el cumplimiento de los plazos. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 72.73% (nivel alto), mostrando una mejor alineación entre la planificación temporal y el desarrollo del proyecto gracias

a la integración del cronograma con el modelo digital, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 17**

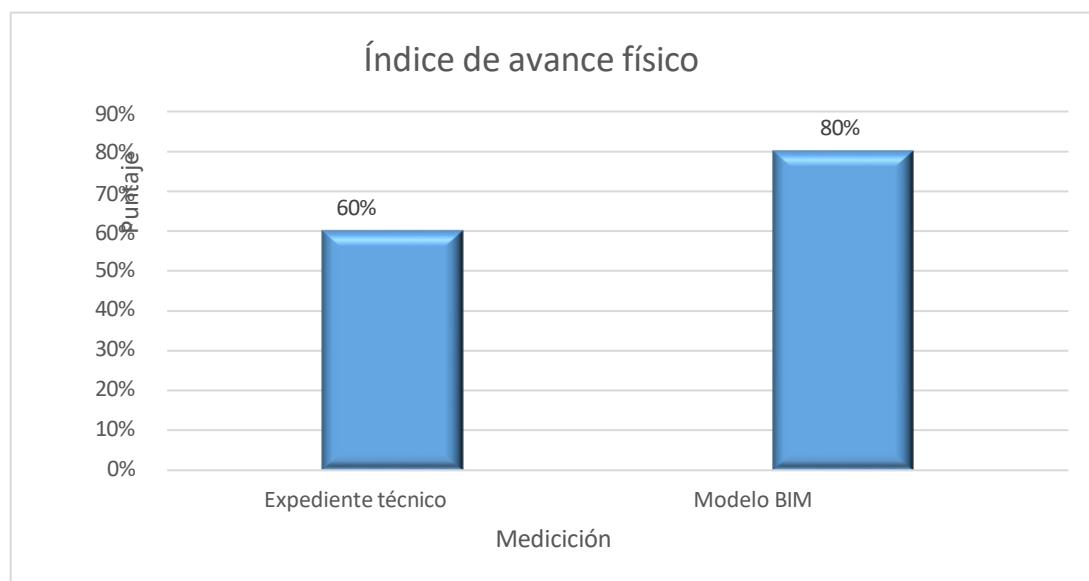
*Índice de avance físico*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	85%	Alto
Modelo BIM	95%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador índice de avance físico representa un mayor nivel de cumplimiento del avance físico del proyecto respecto a lo programado.

**Figura 15**

*Índice de avance físico*



En la Tabla 17 y Figura 15 se presentan los resultados de la Sección B: Cumplimiento de plazos para el indicador índice de avance físico, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 85% (nivel alto), evidenciando que el avance físico del proyecto era favorable respecto a lo programado. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 95% (nivel alto), registrándose una diferencia de 10%, lo que refleja un mejor control y seguimiento del avance físico gracias al apoyo del entorno digital, contribuyendo a una ejecución más eficiente y a un

mejor cumplimiento de los plazos, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 18**

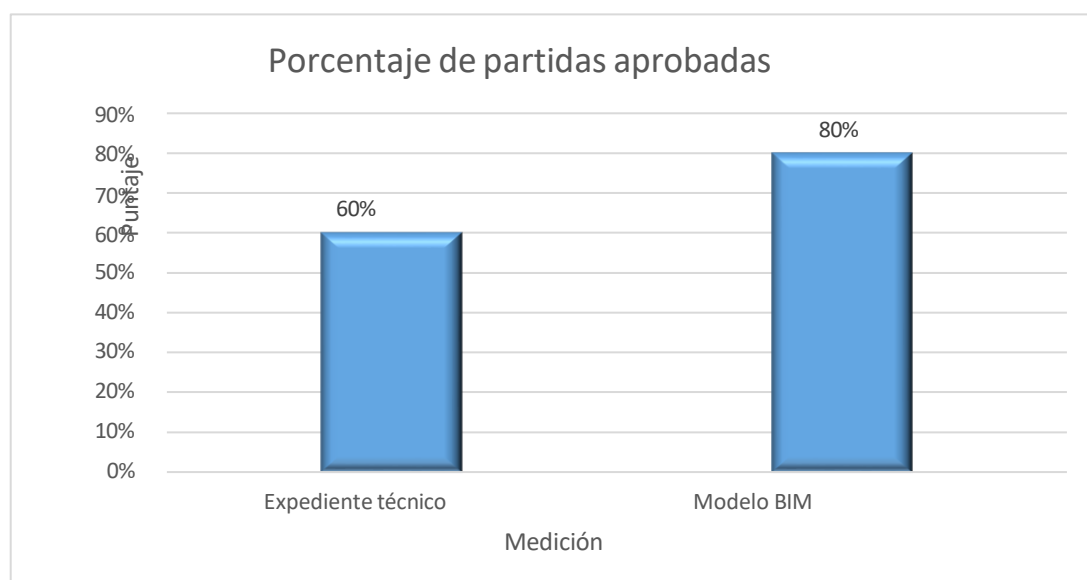
*Porcentaje de partidas aprobadas*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	60%	Medio
Modelo BIM	80%	Alto

*Nota.* La diferencia porcentual entre el expediente técnico y el modelo digital BIM permite identificar el nivel de mejora alcanzado tras la aplicación de la metodología propuesta.

**Figura 16**

*Porcentaje de partidas aprobadas*



En la Tabla 18 y Figura 16 se presentan los resultados de la Sección C: Desempeño técnico para el indicador porcentaje de partidas aprobadas, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 60% (nivel medio), evidenciando un cumplimiento técnico moderado en las partidas del proyecto. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 80% (nivel alto), registrándose una diferencia de 20 puntos porcentuales, lo que refleja una mejora en la calidad técnica y en el cumplimiento de los estándares gracias al análisis y verificación apoyados en el entorno digital, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 19**

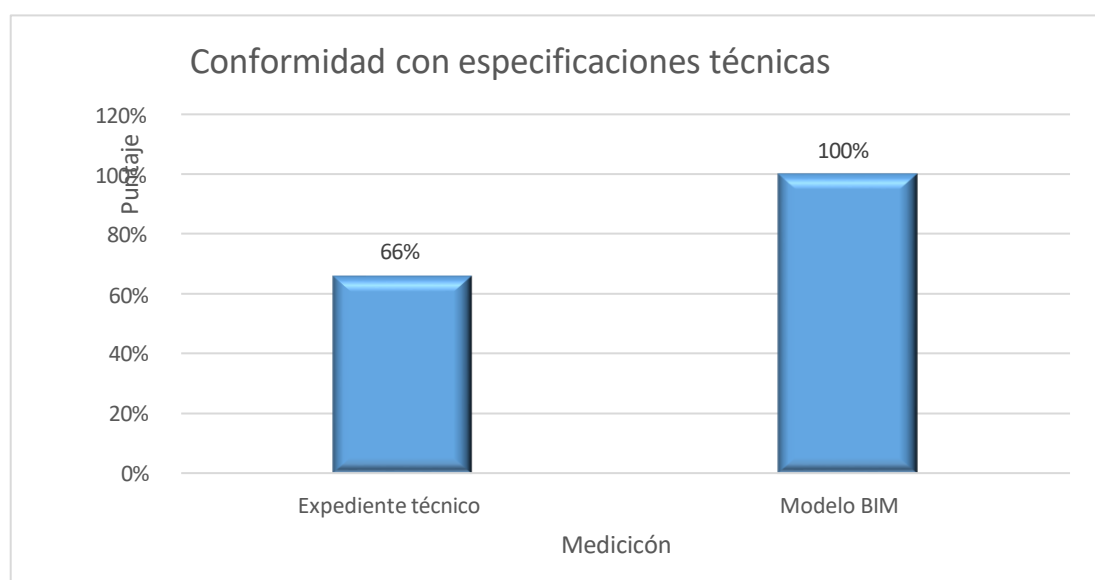
*Conformidad con especificaciones técnicas*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	66%	Medio
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador conformidad con las especificaciones técnicas representa un mayor nivel de cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos.

**Figura 17**

*Conformidad con especificaciones técnicas*



En la Tabla 19 y Figura 17 se presentan los resultados de la Sección C: Desempeño técnico para el indicador conformidad con las especificaciones técnicas, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 66% (nivel medio), evidenciando un cumplimiento moderado de las especificaciones. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), reflejando un mayor nivel de verificación y ajuste técnico apoyado en el entorno digital, lo que permitió un mejor desempeño técnico del proyecto sin intervención directa en la obra.

**Tabla 20**

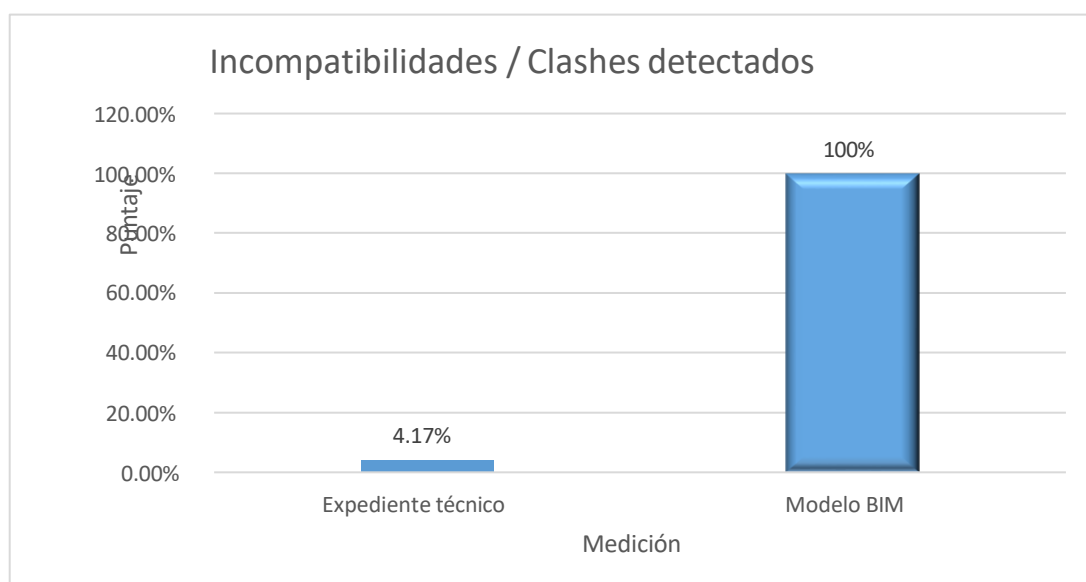
*Incompatibilidades / Clashes detectados*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	4.17%	Bajo
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador incompatibilidades / clashes detectados representa un mayor nivel de identificación de interferencias en el modelo del proyecto.

**Figura 18**

*Incompatibilidades / Clashes detectados*



En la Tabla 20 y Figura 18 se presentan los resultados de la Sección C: Desempeño técnico para el indicador incompatibilidades / clashes detectados, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 4.17% (nivel bajo), evidenciando una capacidad limitada para identificar incompatibilidades en el proyecto. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), ya que el modelado tridimensional permitió detectar de manera adecuada las interferencias, contribuyendo a un mejor desempeño técnico sin intervención directa en la obra.

**Tabla 21**

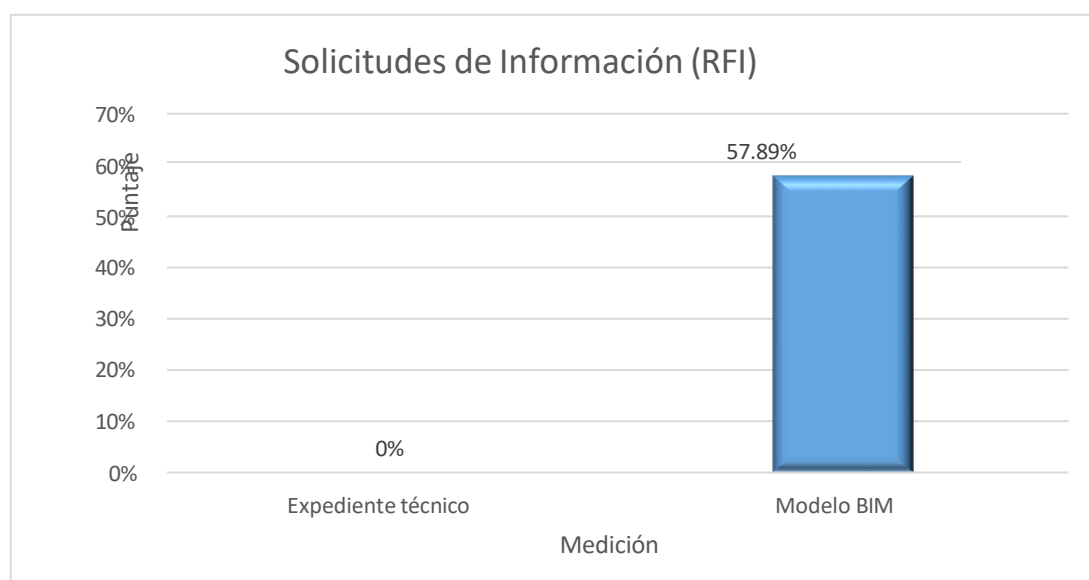
*Solicitudes de Información (RFI)*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	0%	Bajo
Modelo BIM	57.89%	Medio

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador Solicitudes de Información (RFI) representa una mejor gestión de la información técnica del proyecto, caracterizada por mayor claridad documental, reducción de consultas innecesarias y una comunicación más eficiente entre los participantes del proyecto.

**Figura 19**

*Solicitudes de Información (RFI)*



En la Tabla 21 y Figura 19 se presentan los resultados de la Sección C: Desempeño técnico para el indicador Solicitudes de Información (RFI), a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 0% (nivel bajo), evidenciando la ausencia de un control sistemático de las RFI y deficiencias en la comunicación técnica. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 57.89% (nivel medio), registrándose una mejora significativa en la gestión de la información, lo que permitió mayor claridad técnica, reducción de incertidumbres y mejor coordinación entre los actores del proyecto, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 22**

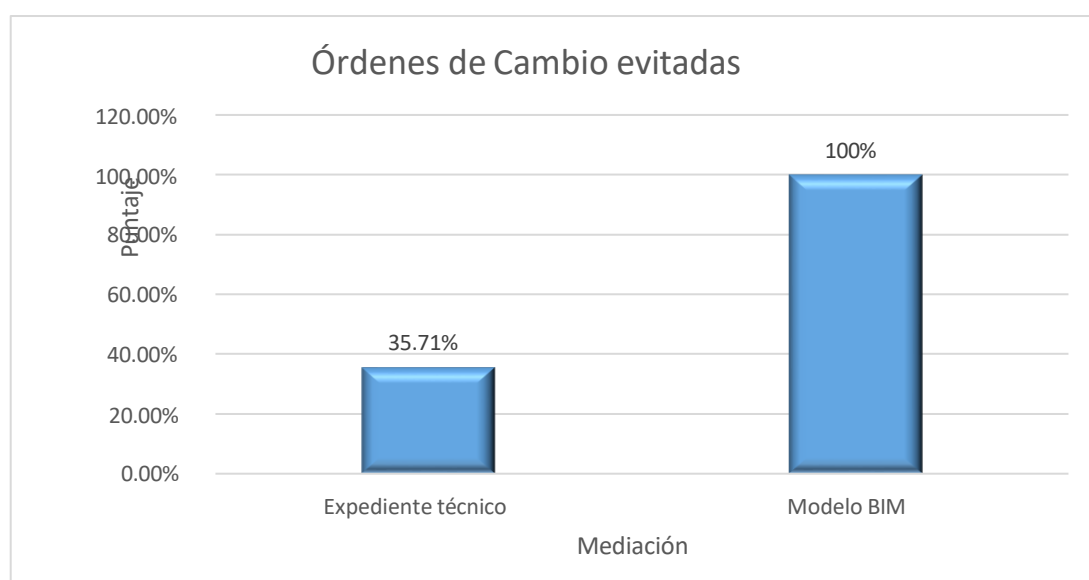
*Órdenes de Cambio evitadas*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	35.71%	Medio
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en el indicador órdenes de cambio evitadas representa un mayor nivel de control técnico y una reducción de modificaciones no previstas durante la ejecución del proyecto.

**Figura 20**

*Órdenes de Cambio evitadas*



En la Tabla 22 y Figura 20 se presentan los resultados de la Sección C: Desempeño técnico para el indicador órdenes de cambio evitadas, a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 35.71% (nivel medio), evidenciando una capacidad moderada para prevenir órdenes de cambio. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), registrándose una mejora de 64.29 puntos porcentuales, lo que refleja un mayor control técnico, menor retrabajo y mayor estabilidad en el desarrollo del proyecto, sin intervención directa en la obra.

## VARIABLE INDEPENDIENTE: METODOLOGIA BIM

**Tabla 23**

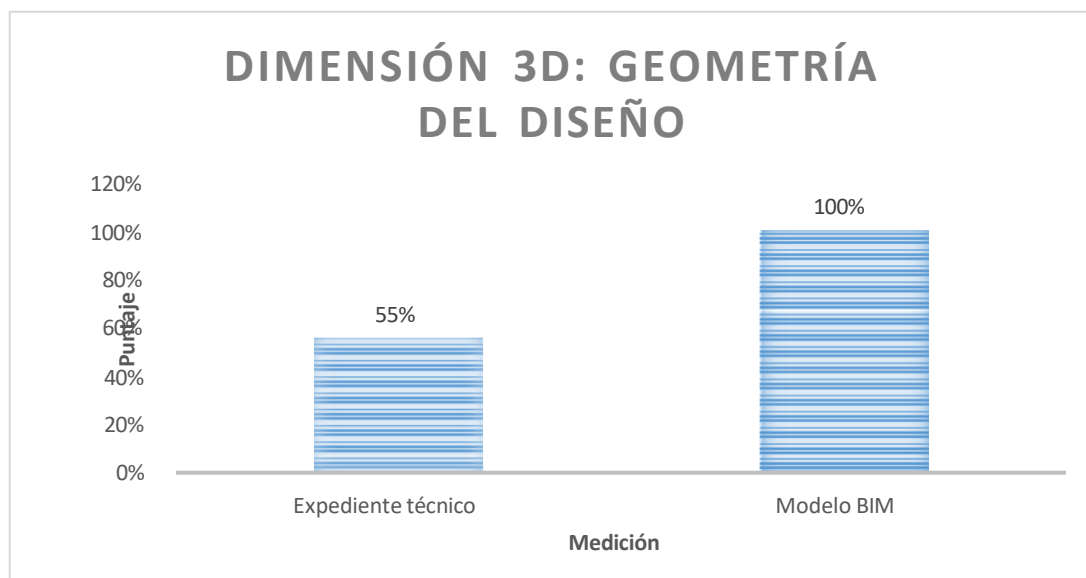
*Dimensión 3D: Geometría del diseño*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	55%	Medio
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la Dimensión 3D: Geometría del diseño representa un mayor nivel de definición y precisión del modelo geométrico.

**Figura 21**

*Dimensión 3D: Geometría del diseño*



En la Tabla 23 y Figura 21 se presentan los resultados de la Dimensión 3D: Geometría del diseño a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 55% (nivel medio), evidenciando un desarrollo geométrico con definición y precisión moderadas. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), lo que muestra una representación geométrica completa y mejor definida, aportando un soporte técnico más sólido para las etapas posteriores del proyecto, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 24**

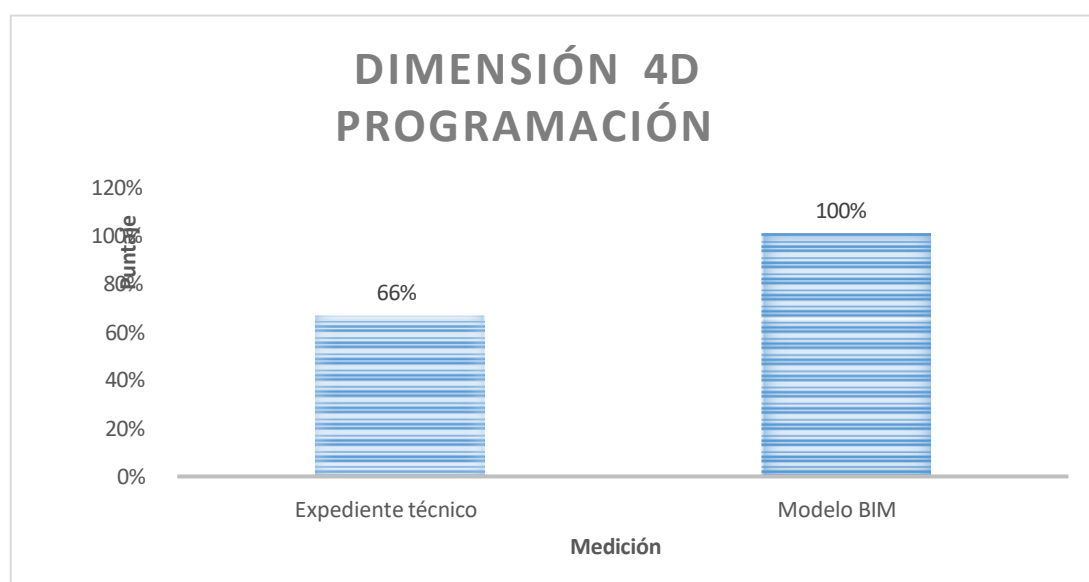
*Dimensión 4D Programación*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	66%	Medio
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la Dimensión 4D: Programación representa un mayor nivel de integración entre el modelo BIM y el cronograma del proyecto.

**Figura 22**

*Dimensión 4D – Programación*



En la Tabla 24 y Figura 22 se presentan los resultados de la Dimensión 4D: Programación a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 66% (nivel medio), evidenciando una integración moderada entre la representación del proyecto y el cronograma. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), permitiendo una mejor planificación, visualización y control de las actividades gracias a la vinculación directa entre el modelo y la programación, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 25**

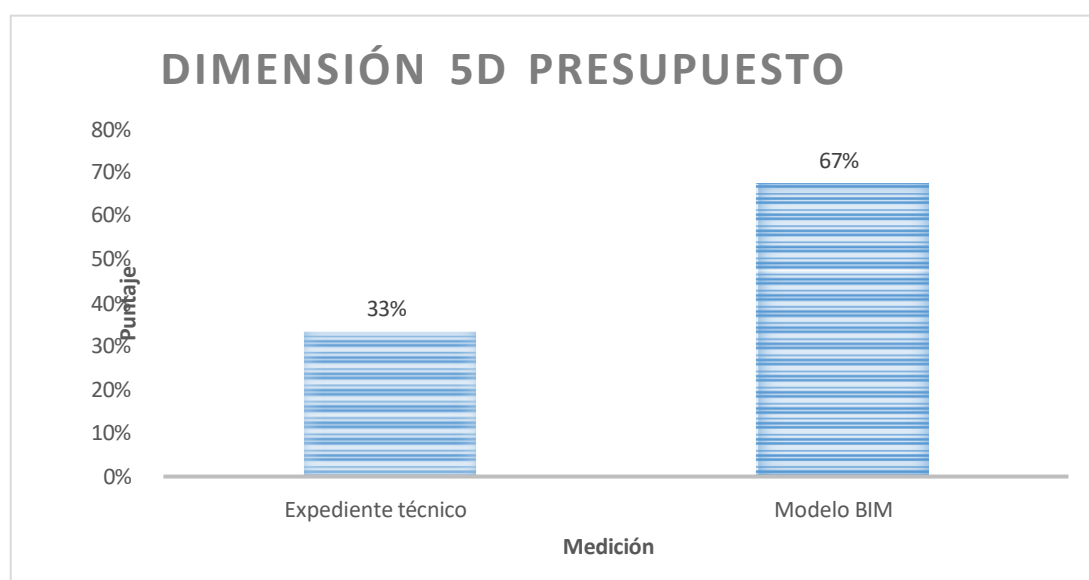
*Dimensión 5D Presupuesto*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	33%	Bajo
Modelo BIM	67%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la Dimensión 5D: Presupuesto representa un mayor nivel de integración y control del presupuesto del proyecto.

**Figura 23**

*Dimensión 5D Presupuesto*



En la Tabla 25 y Figura 23 se presentan los resultados de la Dimensión 5D: Presupuesto a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 33% (nivel bajo), evidenciando una integración limitada entre el presupuesto y la representación del proyecto, lo que afectaba la precisión en la estimación y control de costos. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 67% (nivel alto), permitiendo una mejor articulación entre metrados y costos y, por tanto, una gestión presupuestal más precisa durante el análisis del proyecto, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 26**

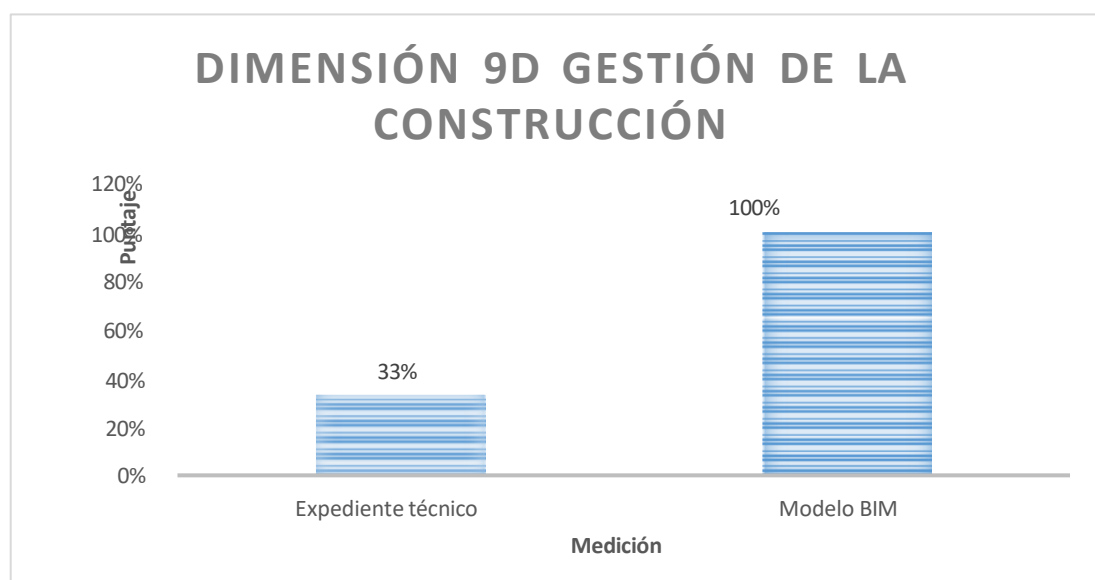
*Dimensión 9D Gestión de la construcción*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	33%	Bajo
Modelo BIM	100%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la Dimensión 9D: Gestión de la construcción representa un mayor nivel de control y eficiencia en los procesos constructivos del proyecto.

**Figura 24**

*Dimensión 9D Gestión de la construcción*



En la Tabla 26 y Figura 24 se presentan los resultados de la Dimensión 9D: Gestión de la construcción a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 33% (nivel bajo), evidenciando limitaciones en el control, coordinación y seguimiento de los procesos constructivos. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 100% (nivel alto), permitiendo una gestión más planificada, coordinada y controlada gracias al análisis en el entorno digital, sin intervención directa en la obra.

## VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

**Tabla 27**

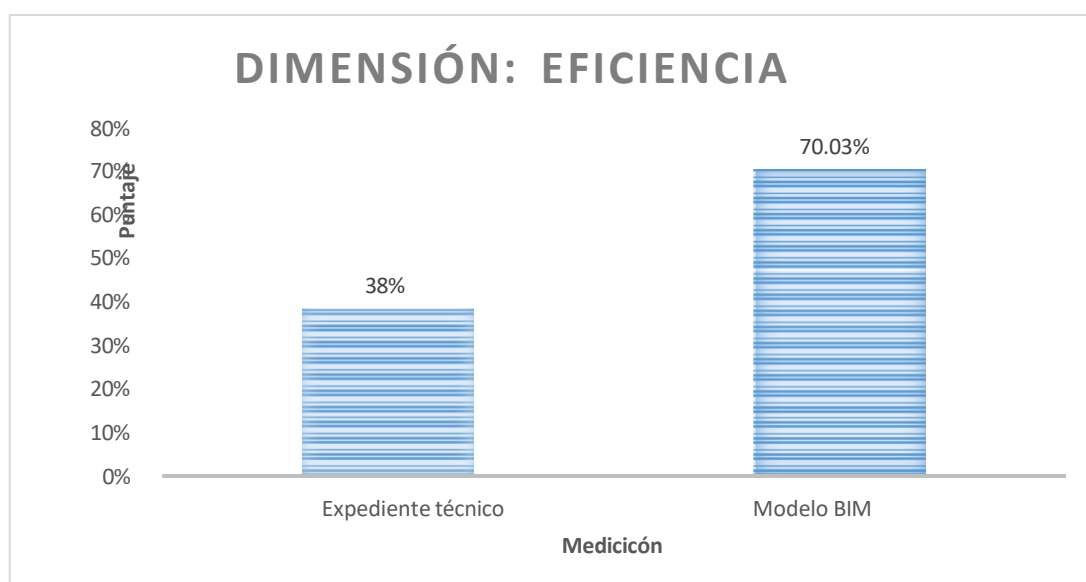
*Dimensión: Eficiencia*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	38%	Medio
Modelo BIM	70.03%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la dimensión eficiencia representa un mayor nivel de aprovechamiento de los recursos del proyecto.

**Figura 25**

*Dimensión: Eficiencia*



En la Tabla 27 y Figura 25 se presentan los resultados de la Dimensión: Eficiencia a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 38% (nivel medio), evidenciando limitaciones en el uso óptimo de los recursos. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 70.03% (nivel alto), reflejando una mejor utilización de los recursos y un desempeño más favorable del proyecto gracias al análisis realizado en el entorno digital, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 28**

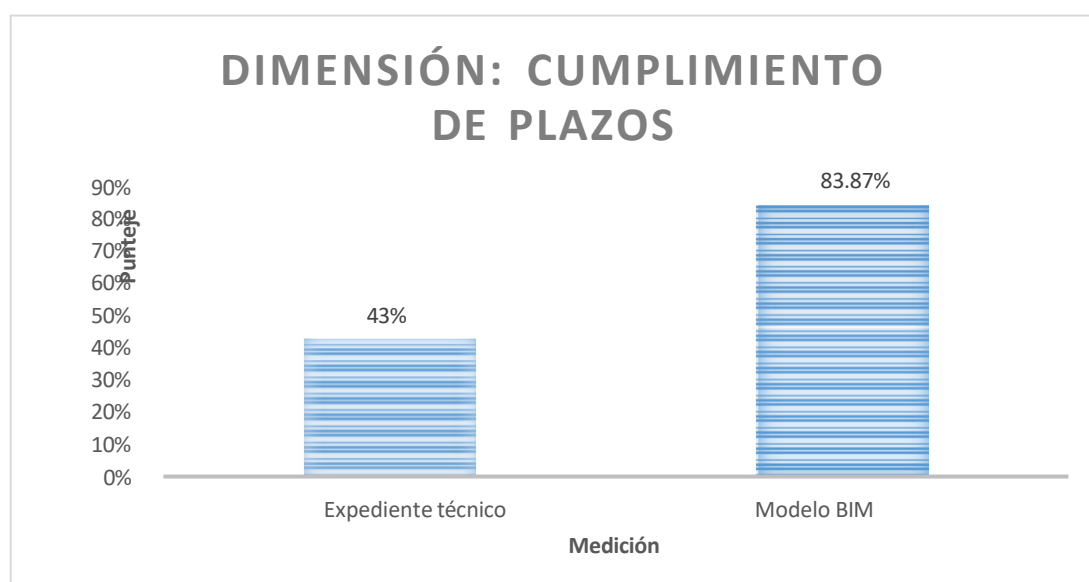
*Dimensión: Cumplimiento de plazos*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	43%	Medio
Modelo BIM	83.87%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la dimensión cumplimiento de plazos representa un mayor nivel de adherencia al cronograma establecido para el proyecto.

**Figura 26**

*Dimensión: Cumplimiento de plazos*



En la Tabla 28 y Figura 26 se presentan los resultados de la Dimensión: Cumplimiento de plazos a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 43% (nivel medio), evidenciando desviaciones respecto al cronograma programado. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 83.87% (nivel alto), mostrando una mayor alineación entre lo planificado y el desarrollo del proyecto gracias al análisis temporal en el entorno digital, sin intervención directa en la obra.

**Tabla 29**

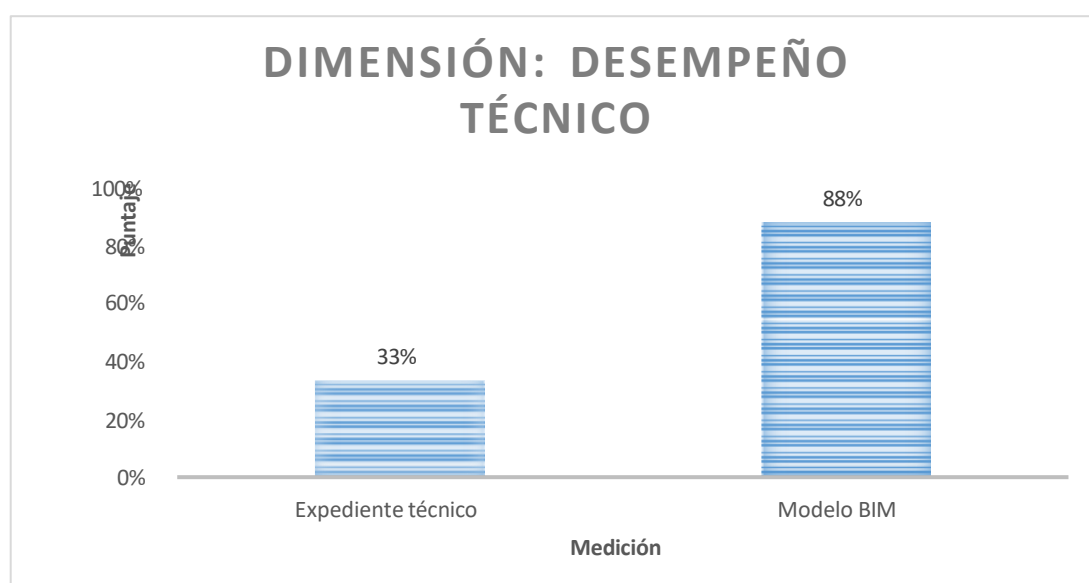
*Dimensión: Desempeño técnico*

Medición	Puntaje	Nivel
Expediente técnico	33%	Bajo
Modelo BIM	88%	Alto

*Nota.* Un mayor puntaje en la dimensión desempeño técnico representa un mayor nivel de cumplimiento de los criterios técnicos del proyecto.

**Figura 27**

*Dimensión: Desempeño técnico*



En la Tabla 29 y Figura 27 se presentan los resultados de la Dimensión: Desempeño técnico a partir de la comparación entre el expediente técnico y el modelo digital BIM. Desde el expediente técnico se obtuvo un 33% (nivel bajo), evidenciando deficiencias en el cumplimiento de los criterios técnicos. En contraste, con el modelo BIM se alcanzó un 88% (nivel alto), reflejando un mayor cumplimiento de los estándares técnicos gracias al análisis y verificación realizados en el entorno digital, sin intervención directa en la obra.

## **INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS DIMENSIONES**

El análisis descriptivo integral de los resultados se evidencian variaciones descriptivas con tendencia favorable al comparar la información obtenida del expediente técnico con la derivada del modelo digital BIM en las distintas dimensiones evaluadas. En la Dimensión: Eficiencia, los valores pasan de un nivel medio observado en el expediente a un nivel alto con el modelo BIM, mostrando un mejor uso de recursos, optimización de materiales, mayor precisión en metrados y mejor rendimiento de la mano de obra a partir del análisis en el entorno digital.

En la Dimensión: Cumplimiento de plazos, los resultados muestran un cambio desde un nivel medio registrado en el expediente hacia un nivel alto con el modelo BIM, evidenciando una mayor alineación entre la programación y el desarrollo del proyecto, así como un control más eficiente del avance físico mediante la vinculación temporal del modelo.

En la Dimensión: Desempeño técnico, se observa una diferencia marcada entre el nivel bajo evidenciado en el expediente y el nivel alto alcanzado con el modelo BIM, reflejando mejoras en la conformidad con las especificaciones técnicas, la detección de incompatibilidades, la gestión de RFI y la prevención de órdenes de cambio, gracias al análisis técnico apoyado en el entorno digital.

Asimismo, en las dimensiones propias de BIM se evidencian diferencias claras: en 3D: Geometría del diseño, el modelo BIM presenta una mayor definición y precisión geométrica; en 4D: Programación, se logra una integración adecuada entre modelo y cronograma; en 5D: Presupuesto, se aprecia una mejor articulación entre metrados y costos; y en 9D: Gestión de la construcción, el modelo permite una planificación, coordinación y control más integrales de los procesos constructivos.

En conjunto, estos resultados descriptivos permiten afirmar que el análisis comparativo entre el expediente técnico y el modelo digital BIM muestra un mejor desempeño del proyecto en términos de eficiencia, cumplimiento de plazos, desempeño técnico y gestión integral.

**Nota.** El análisis es de carácter estrictamente descriptivo y corresponde a un diseño no experimental – descriptivo transversal aplicado a un solo caso de estudio (N = 1); por ello, los resultados se interpretan como diferencias observadas a partir del análisis documental y del modelado digital, sin el uso de inferencia estadística.

## **4.2 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **4.2.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

H<sub>1</sub>: La aplicación de la metodología BIM se relaciona con mejoras observables en los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higuera, 2025.

## **4.3 ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS**

El análisis de la hipótesis se realizó mediante un enfoque descriptivo, coherente con el diseño no experimental – descriptivo transversal del estudio. Debido a que la unidad de análisis estuvo constituida por un único proyecto (N = 1), no se emplearon pruebas estadísticas inferenciales, sino un análisis comparativo entre la información contenida en el expediente técnico y la obtenida a partir del modelo digital BIM elaborado para la investigación.

A partir de este análisis descriptivo, se observaron diferencias favorables en los indicadores de productividad. En la Dimensión: Eficiencia, el modelo BIM evidenció un mejor uso de los recursos, reflejado en mayor precisión de metrados, mejor rendimiento de la mano de obra, optimización de materiales y mejor control del costo unitario.

En la Dimensión: Cumplimiento de plazos, el modelo BIM permitió una mejor articulación entre la programación y el desarrollo del proyecto, mostrando una mayor alineación entre lo planificado y el avance físico.

En la Dimensión: Desempeño técnico, se evidenció una mayor conformidad con las especificaciones técnicas, mejor detección de incompatibilidades, una gestión más ordenada de las RFI y mayor capacidad para prevenir órdenes de cambio, reduciendo retrabajos y mejorando la coordinación técnica.

De forma complementaria, las dimensiones propias de BIM (3D, 4D, 5D y 9D) mostraron una mayor definición geométrica del diseño, mejor integración con el cronograma, mejor articulación con el presupuesto y una gestión más integral de los procesos constructivos desde el entorno digital.

En consecuencia, desde un enfoque estrictamente descriptivo, los resultados permiten sostener, desde un enfoque descriptivo, la aplicación de la metodología BIM se relaciona con mejoras observables en los indicadores de productividad del proyecto, en coherencia con la hipótesis planteada, sin recurrir a inferencia estadística ni a esquemas de pretest–postest.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Discusión de resultados: La investigación tuvo como propósito describir cómo se manifiesta la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en los indicadores de productividad del proyecto, a partir del desarrollo de un modelo digital con un Nivel de Desarrollo (LOD) 300. En coherencia con el diseño no experimental – descriptivo transversal y el enfoque cuantitativo adoptado, el análisis se realizó comparando la información del expediente técnico convencional con la obtenida del modelo digital BIM, sin recurrir a esquemas de pretest–postest ni a inferencia estadística.

Discusión según los objetivos específicos: Respecto al primer objetivo específico, orientado a describir el uso del modelado tridimensional (BIM 3D) en la eficiencia de los metrados y la detección de interferencias, los resultados evidencian que el modelo BIM desarrollado en LOD 300 presenta una definición geométrica precisa y elementos constructivos con información suficiente para la cuantificación confiable de partidas. Asimismo, facilita la detección de incompatibilidades entre especialidades, mejorando la coordinación técnica del proyecto. Estos resultados son coherentes con lo señalado por Eastman et al. (2018), quienes sostienen que el modelado 3D integrado favorece la coordinación del diseño y la identificación temprana de conflictos.

En relación con el segundo objetivo específico, referido a describir la vinculación del modelo con el cronograma (BIM 4D), se observa que la integración del modelo con la programación permite una articulación clara entre los elementos constructivos y las actividades del cronograma, favoreciendo la visualización de la secuencia constructiva y el control del avance. La literatura especializada reconoce que la dimensión 4D contribuye a anticipar conflictos temporales y mejorar la planificación del proyecto (Eastman et al., 2018).

Respecto al tercer objetivo específico, enfocado en describir la integración del modelo con el presupuesto (BIM 5D), los resultados muestran

que el modelo BIM en LOD 300 permite una relación más precisa entre metrados y costos, debido a que los elementos modelados contienen dimensiones definidas y

cantidades verificables, lo que favorece la estimación y el control presupuestal. Esta precisión en la gestión de información técnica es uno de los beneficios señalados en la literatura especializada sobre BIM (Eastman et al., 2018).

En cuanto al cuarto objetivo específico, que buscó describir el uso de BIM para la optimización de procesos (BIM 9D), se evidencia que el entorno digital facilita la coordinación técnica entre disciplinas, la gestión ordenada de solicitudes de información (RFI) y la prevención de órdenes de cambio, aspectos vinculados a una mejor organización de los procesos constructivos. Este planteamiento coincide con lo reportado por CAF – Banco de Desarrollo de América Latina (2020), que destaca los beneficios de la digitalización en la gestión eficiente de proyectos de infraestructura.

Discusión en relación con la productividad: En la dimensión eficiencia, el modelo BIM desarrollado en LOD 300 evidencia un mejor soporte técnico para la cuantificación de metrados, lo que contribuye a una gestión más organizada de recursos y materiales.

En la dimensión cumplimiento de plazos, la integración 4D permite una mayor alineación entre la programación y el desarrollo del proyecto, favoreciendo el seguimiento visual del avance físico.

En la dimensión desempeño técnico, el modelo BIM muestra una mejor verificación de especificaciones, mayor detección de incompatibilidades y una gestión más estructurada de la información técnica, en concordancia con lo señalado por Eastman et al. (2018) respecto a los beneficios del modelado integrado.

En conjunto, los resultados descriptivos permiten afirmar que, al comparar el expediente técnico convencional con el modelo digital BIM desarrollado en LOD 300, se observan mejoras en los indicadores de productividad del proyecto analizado. No obstante, dado el diseño metodológico adoptado, estos hallazgos deben interpretarse como evidencia

descriptiva del caso estudiado, sin pretensión de generalización estadística ni establecimiento de relaciones causales.

# CONCLUSIONES

## 1. Conclusión general

Se concluye que, al comparar el expediente técnico convencional con el modelo digital BIM desarrollado hasta un Nivel de Desarrollo (LOD) 300, se observan variaciones favorables en los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higuera, 2025. Desde el enfoque no experimental y descriptivo transversal adoptado, estas evidencias permiten describir una mejor manifestación de la eficiencia, el cumplimiento de plazos y el desempeño técnico cuando la información del proyecto es gestionada mediante la metodología BIM, en concordancia con lo señalado por Eastman et al. (2018) respecto a los beneficios del modelado integrado.

## 2. Conclusión específica sobre el BIM 3D – Geometría del diseño

El uso del modelado tridimensional (BIM 3D) en LOD 300 permitió una definición geométrica precisa de los elementos constructivos, facilitando la detección de interferencias entre especialidades y proporcionando una base técnica más consistente para la elaboración de metrados y la planificación constructiva.

## 3. Conclusión específica sobre el BIM 4D – Programación

La vinculación del modelo BIM con el cronograma (BIM 4D) evidenció una articulación clara entre la secuencia constructiva y la programación de actividades, favoreciendo la visualización temporal del proyecto y el seguimiento del avance físico de manera estructurada.

## 4. Conclusión específica sobre el BIM 5D – Presupuesto

La integración del modelo con el presupuesto (BIM 5D) permitió establecer una relación directa y verificable entre metrados y costos, fortaleciendo la estimación económica y el control presupuestal a partir de información geométrica y cuantificable contenida en el modelo LOD 300.

## 5. Conclusión específica sobre el BIM 9D – Gestión de la construcción

El uso de BIM orientado a la optimización de procesos (9D) evidenció

mejoras en la coordinación técnica, la organización de la información y la identificación anticipada de incompatibilidades, contribuyendo a una gestión más estructurada durante la etapa de ejecución.

#### **6. Conclusión específica sobre la eficiencia del proyecto**

En la dimensión eficiencia, el modelo BIM mostró una mayor precisión en la cuantificación de metrados y una mejor estructuración de la información técnica, lo que favorece una gestión más organizada de recursos, materiales y mano de obra.

#### **7. Conclusión específica sobre el cumplimiento de plazos**

En la dimensión cumplimiento de plazos, la integración 4D permitió una mayor correspondencia entre la programación prevista y la secuencia constructiva modelada, facilitando el monitoreo del avance del proyecto.

#### **8. Conclusión específica sobre el desempeño técnico**

En la dimensión desempeño técnico, el modelo BIM permitió una verificación más sistemática de especificaciones, mayor detección de incompatibilidades y una gestión más ordenada de la información técnica del proyecto.

#### **9. Conclusión metodológica**

Se concluye que el análisis comparativo entre el expediente técnico convencional y el modelo BIM desarrollado en LOD 300, aplicado bajo un diseño descriptivo no experimental de corte transversal, constituye un enfoque metodológicamente pertinente para describir cómo la metodología BIM se manifiesta en los indicadores de productividad del proyecto analizado. No obstante, los resultados deben interpretarse como evidencia descriptiva del caso estudiado, sin pretensión de generalización estadística ni establecimiento de relaciones causales.

## **RECOMENDACIONES**

### **1. Recomendación general**

Se recomienda que la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) sea incorporada de manera progresiva en proyectos de infraestructura urbana, especialmente en intervenciones de movilidad urbana, considerando su utilidad para estructurar, integrar y verificar la información técnica del proyecto. La implementación de modelos desarrollados al menos hasta un Nivel de Desarrollo (LOD) 300 permite contar con información geométrica y cuantificable suficiente para apoyar la gestión de la productividad.

### **2. Recomendaciones sobre la gestión del diseño (BIM 3D)**

Se sugiere que proyectistas y entidades ejecutoras desarrollen modelos BIM 3D desde las etapas iniciales de formulación y diseño, asegurando la coordinación interdisciplinaria bajo criterios de LOD 300 o superiores según el alcance del proyecto. Esto permitirá mejorar la definición geométrica, optimizar la consistencia de los metrados y facilitar la detección temprana de interferencias antes de la etapa de ejecución.

### **3. Recomendaciones sobre la programación del proyecto (BIM 4D)**

Se recomienda vincular el modelo BIM con el cronograma desde la fase de planificación, de modo que la secuencia constructiva pueda visualizarse, analizarse y verificarse de forma integrada. La implementación del 4D favorece el seguimiento del avance físico y fortalece la toma de decisiones basada en la relación entre tiempo y componentes constructivos.

### **4. Recomendaciones sobre la gestión de costos (BIM 5D)**

Se recomienda integrar el modelo BIM con el presupuesto del proyecto, utilizando el modelo desarrollado en LOD 300 como fuente técnica de referencia para la cuantificación de partidas y su correspondiente valorización económica. Esta integración contribuye a mejorar la trazabilidad entre metrados y costos, fortaleciendo el control presupuestal.

## **5. Recomendaciones sobre la gestión de la construcción (BIM 9D)**

Se sugiere emplear el modelo BIM como herramienta de soporte para la coordinación, control y seguimiento de la ejecución de obra, promoviendo una gestión organizada de la información, la atención oportuna de RFI y la prevención de incompatibilidades durante la construcción.

## **6. Recomendaciones para la mejora de la productividad**

Se recomienda que empresas constructoras y entidades públicas utilicen BIM como apoyo estratégico para la gestión de recursos, el control del avance físico y la verificación técnica del proyecto. La adopción progresiva de entornos digitales integrados puede contribuir a decisiones fundamentadas en información estructurada y verificable.

## **7. Recomendaciones para la capacitación y adopción institucional**

Se sugiere fortalecer la capacitación del personal técnico en el uso de BIM y establecer lineamientos institucionales para su implementación progresiva, tomando como referencia buenas prácticas descritas en la literatura especializada, como las expuestas por Eastman et al. (2018). La consolidación de capacidades técnicas resulta fundamental para asegurar una adopción efectiva y sostenible de la metodología.

### **Cierre integrador de las recomendaciones**

Las recomendaciones formuladas se derivan del análisis comparativo entre el expediente técnico convencional y el modelo digital BIM desarrollado en LOD 300 en el caso de estudio. Su finalidad es promover una gestión más estructurada de la información del proyecto y fortalecer su relación con los indicadores de productividad, dentro del alcance descriptivo de la presente investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alomía Dextre, A. (2022). Implementación de la metodología BIM en la elaboración de expedientes técnicos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco 2022 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. UDH.[https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/3983&#8203;:contentReference\[oaicite:1\]{index=1}](https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/3983&#8203;:contentReference[oaicite:1]{index=1})
- Alsofiani, M. A. (2024). Developing a comprehensive measurement tool for assessing the rate of BIM adoption in the construction industry. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.19755>
- Andrade Sánchez, D. M. (2021). Implementación de herramientas BIM para el análisis de prefactibilidad de costos de urbanización de proyectos inmobiliarios [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio USFQ.
- Ardila, R., Durán Padra, M. Y., Vides Martínez, K. Y., & Mejía Aguilar, G. (2024). Factors affecting labor productivity in the global construction industry: A critical review, classification and ranking. *Scientia et Technica*, 29(1), 18–33. <https://doi.org/10.22517/23447214.25546>
- Arias, J., Törmä, S., Carro, M., & Gupta, G. (2022). Building Information Modeling using constraint logic programming. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.08572>
- Assaad, R., & El-adaway, I. H. (2021). Impact of dynamic workforce and workplace variables on the productivity of the construction industry: New gross construction productivity indicator. *Journal of Management in Engineering*, 37(1), 04020092. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000862](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000862)
- Astaburuaga, F. (2022). Infraestructura pública al servicio de territorios y comunidades urbanas (Cuaderno 136). Biblioteca CPI.
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Ballard, G., & Howell, G. (2003). Lean project management. *Building Research & Information*, 31(2), 119–133.

<https://doi.org/10.1080/09613210301997>

- Baltodano Vásquez, D. A., & Rodas Talledo, G. A. (2022). Aplicación de la metodología BIM para el incremento de la eficiencia de la obra Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana, distrito de El Porvenir, La Libertad [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/8539>
- Banco de Desarrollo de América Latina – CAF. (2023, 29 de mayo). Nuevas herramientas para aumentar la productividad de los proyectos de infraestructuras. <https://www.caf.com>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). Ciudades sostenibles y resilientes: Avances y desafíos en América Latina y el Caribe. <https://www.iadb.org/>
- Banco Mundial. (2022). Movilidad urbana sostenible: Un imperativo para las ciudades del futuro. <https://www.worldbank.org/>
- Banco Mundial. (2022). Transforming transportation for sustainable cities. <https://www.worldbank.org/>
- Berrocal Saccatoma, J. (2022). Aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en los procesos de diseño geométrico y construcción de un proyecto vial - Huánuco - 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4883>
- BIMForum. (2023). Level of development (LOD) specification. <https://bimforum.org>
- Buendía Muro, A. J. M., & Chávez Quijano, J. (2024, agosto 14). Equipamiento turístico comercial como revitalizador y articulador urbano: Intervención en el borde norte de la zona monumental de Lambayeque (Malecón Ureta) [Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio UNPRG.
- BuildingSMART Spain. (2024). ¿Qué es el 4D en BIM? Grupo BIMnD. <https://www.grupobimnd.com/que-es-el-4d-en-bim/>
- Buildinn. (2023, 15 de febrero). Las empresas de edificación que apuestan por digitalizar procesos incrementan su capacidad de trabajo en un 32 %. Buildinn.
- Burgos Pérez, J. P., & Rengifo Reyes, C. J. (2023). Aplicación de la

metodología BIM para el mejoramiento de la rentabilidad en la especialidad de estructuras del proyecto "El Palmar del Golf", Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO). Recuperado de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO\\_b194e5328fcbeca85ac20c9dc7334afe/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO_b194e5328fcbeca85ac20c9dc7334afe/Details)

CAF – Banco de Desarrollo de América Latina. (2020). Transformación digital en infraestructura y construcción en América Latina. <https://www.caf.com/>

Carlos Ortega, C. M., & Caqui Gavidia, C. D. (2021). Implementación de la metodología BIM 4D al sistema Last Planner para mejorar la gestión de la productividad en la construcción del Hospital Hermilio Valdizán Nivel III-1 de Huánuco – 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6157>

Casiopea-PUCV. (2023). Movilidad urbana. En Wiki EAD PUCV. Recuperado de [https://wiki.ead.pucv.cl/Movilidad\\_Urbana](https://wiki.ead.pucv.cl/Movilidad_Urbana) Cole, C. (2023, abril 25; actualizado noviembre 17). Making the Case for Digital Transformation in Construction. Autodesk.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). Planificación urbana sostenible en América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/>

Del Carpio Sota, R. A. (2022). Implementación de la metodología BIM para la revisión de proyectos en concesiones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019-2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio UCSM.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors (2nd ed.). Wiley.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (3rd ed.). Wiley.

Forbes Advisor. (2024). What Is Construction Project Management? Forbes Advisor.

RIB Software. (2024, abril 24). Understanding The Importance Of Construction Project Management. RIB Software.

- Ghasemi Poor Sabet, P., & Chong, H.-Y. (2020). Pathways for the improvement of construction productivity: A perspective on the adoption of advanced techniques. *Advances in Civil Engineering*, 2020, 5170759.  
DOI:10.1155/2020/5170759
- Grieve, M. (2024, abril 26). What does digital transformation mean for construction?
- HablemosBIM. (s. f.). ¿Qué es BIM? <https://hablemosbim.com/que-es-bim/>
- Han, J., Lu, X.-Z., & Lin, J.-R. (2025). Unified network-based representation of BIM models for embedding semantic, spatial, and topological data. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.22670>
- Hartmann, T., Gao, J., & Fischer, M. (2008). Areas of application for 3D and 4D models on construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(10), 776–785. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:10\(776\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:10(776))
- Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P., & Baptista Lucio, M. del C. (2021). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández Sánchez, J. M. (2021). *BIM para el diseño y planeación de puentes vehiculares de acero* [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Facultad de Ingeniería, BUAP. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/17527>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2014) *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Industriapedia. (2024). *Gestión de Proyectos de Construcción: Clave para el Éxito Empresarial*. Industriapedia.
- Ingeniería Asistida por Computador (IAC). (2024). *Evaluación de madurez BIM de IAC*. *Academia*. [academia.com](https://www.academia.com)
- Prieto, R. (2025). *Los 5 niveles de Madurez BIM*. [RodrigoPrieto.cl](https://www.RodrigoPrieto.cl).
- ISO. (2018). *ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles*. International Organization for Standardization.

- Kunz, J., & Fischer, M. (2012). Virtual design and construction: Themes, case studies and implementation suggestions. Stanford University, CIFE.
- Mendoza Arenas, A. U. (2021). La importancia de la metodología BIM dentro de un proceso en la etapa de planeación de un proyecto [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Mendoza, L. E. (2023). Análisis de la eficiencia en la ejecución de obras públicas en gobiernos locales del Perú [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116197>
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2022). Lineamientos para la implementación de la metodología BIM en proyectos de inversión pública en el Perú. <https://www.gob.pe/mef>
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2021). Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo N° 344-2018-EF, modificado por el Decreto Supremo N° 162-2021-EF. El peruano.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma Técnica G.E.030 – Calidad de la Construcción. En Reglamento Nacional de Edificaciones (art. 9). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/1631374>
- Monteiro, A., & Martins, J. P. (2013). A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Automation in Construction*, 35, 238–253. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.005>
- Montesinos Félix, C. M., & Reynoso Taipe, M. K. (2025). Efecto del mandato BIM en la procura de proyectos en el sector público [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP.
- Palacios Venancio, X. L. (2022). Implementación de la metodología BIM en la identificación de incompatibilidades en el diseño de un edificio de 5 pisos en la ciudad de Huánuco, 2022 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/3983&#8203;;:content>  
Reference[oaicite:1]{index=1}
- Quintana, L. (2023, 11 de agosto). ¿Qué es el 5D en BIM? INESA TECH. <https://www.inesatech.com/que-es-el-5d-en-bim/>

- Revista Byte. (2024). Digitalizar la construcción dispararía su productividad. Revista Byte.
- RICS. (2024). Construction productivity report 2024. RICS.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.
- Román Moncagatta, A. J. F., Acosta Vildósola, H. A. (2023). (Des)borde Tahuampa: el malecón de Iquitos como franja y continuidad [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers (3rd ed.). Wiley.
- Simulations 4D. (2024, febrero 26). Niveles de madurez BIM. Simulations 4D.
- Trace Software Spain. (2024). BIM, niveles de madurez. Trace Software Spain.
- Morales, F. (2022, octubre 16). El Nivel 4 de Madurez BIM en AECO es Metaverso. BIM6D.
- Srebernic, F. (2025, abril 22). Cómo BIM mejora la comunicación y colaboración en proyectos de construcción. BIMARG. Recuperado de BIMARG.
- StudySmarter. (2024). Infraestructuras Urbanas: Definición & Ejemplos Sostenibles. Retrieved from StudySmarter.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Succar, B. (2020). BIM and Performance Measurement. In A. Hosseini & S. Udeaja (Eds.), *Delivering Value with BIM: A Whole-of-life Approach* (pp. 23–41). Routledge.
- The Access Group. (2023). What is Digital Transformation in Construction? The Access Group.
- Urban Mobility. (2024). Term. In Sustainability-Directory. Recuperado de Sustainability-Directory.
- Wikipedia España. (2024). Productividad. En Wikipedia. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>
- El País. (2025, febrero 24). Productividad en España: ¿una recuperación

esquiva? El País.

Yin, M., Tang, L., Webster, C., Xu, S., Li, X., & Ying, H. (2023). An ontology-aided, natural language-based approach for multi-constraint BIM model querying. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.15116>

Zhang, S., Teizer, J., Lee, J. K., Eastman, C. M., & Venugopal, M. (2013). Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules. *Automation in Construction*, 29, 183–195. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.05.006>

Zhang, Y. (2024). Optimizing infrastructure development through BIM: A comprehensive analysis of lifecycle benefits and applications. *Theoretical and Natural Science*, 34, 250–255. <https://doi.org/10.54254/2753-8818/34/20241191>

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Mallqui Aguilar, R. R. (2026). Evaluación del impacto de la metodología BIM en la productividad del proyecto de mejoramiento del servicio urbano Malecón Higuera, 2025. [Tesis pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGIA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cómo se manifiesta la aplicación de la metodología BIM en los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higueras, Huánuco, 2025?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Describir cómo se manifiesta la aplicación de la metodología BIM en los indicadores de productividad del proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higueras, Huánuco, 2025.</p>			<p style="text-align: center;"><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p style="text-align: center;">Aplicada</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	ENFOQUE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se manifiesta el uso del modelado tridimensional (BIM 3D) en la eficiencia de los metrados y en la detección de interferencias del proyecto?</li> <li>• ¿Cómo se manifiesta la vinculación del modelo con el cronograma (BIM 4D) en el comportamiento de los plazos de ejecución del proyecto?</li> <li>• ¿Cómo se manifiesta la integración del modelo con el presupuesto (BIM 5D) en la precisión de los costos del proyecto?</li> <li>• ¿Cómo se manifiesta el uso de BIM para la optimización de procesos (BIM 9D) en el desempeño técnico del proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el uso del modelado tridimensional (BIM 3D) en la eficiencia de los metrados y la detección de interferencias del proyecto.</li> <li>• Describir la vinculación del modelo con el cronograma (BIM 4D) en el comportamiento de los plazos de ejecución del proyecto.</li> <li>• Describir la integración del modelo con el presupuesto (BIM 5D) en la precisión de los costos del proyecto.</li> <li>• Describir el uso de BIM para la optimización de procesos (BIM 9D) en el desempeño técnico del proyecto.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La aplicación de la metodología BIM se relaciona con mejoras observables en los indicadores de productividad del proyecto.</p>	<p>Metodología (BIM)</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Productividad</p>	<p style="text-align: center;"><b>ALCANCE O NIVEL</b></p> <p style="text-align: center;">Descriptivo</p> <p style="text-align: center;"><b>DISEÑO</b></p> <p style="text-align: center;">No experimental – descriptivo transversal</p>

**ANEXO 2**  
**DOCUMENTOS DE AUTORIZACION**



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
*Facultad de Ingeniería*  
Programa Académico de Ingeniería Civil



*“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”*

**CARTA N° 011 -2025- PAIC-UDH/RGMA**

AL : Mg. CARLOS ALBERTO JARA TRUJILLO  
Coordinador del P.A. de Ingeniería Civil

DEL : Mg. RONALD GUNTER MAYS AQUINO  
Docente del PAIC - UDH

ASUNTO : Carta de aceptación como Asesor de Tesis.

Fecha : Huánuco, 04 de junio del 2025

De mi mayor consideración:

Por medio de la presente me dirijo a usted, para enviarle un cordial saludo y al mismo tiempo aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento acerca de mi aceptación como asesor de tesis, del Bach. RONALD ROBERT MALLQUI AGUILAR, con código 2017110921, del Programa Académico de Ingeniería Civil, cuyo proyecto de Tesis intitulado “BIM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCION DE LA OBRA: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA DEL MALECON HIGUERAS – HUANUCO, 2025”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se encuentra en elaboración.

Esperando la atención debida a la presente, quedo de usted.

Atentamente,

**Mg. RONALD GUNTER MAYS AQUINO**  
**DOCENTE DEL PAIC - UDH**



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
*Facultad de Ingeniería*  
Programa Académico de Ingeniería Civil



*“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”*

**CARTA N° 017 -2025- PAIC-UDH/RGMA**

AL : Mg. CARLOS ALBERTO JARA TRUJILLO  
Coordinador del P.A. de Ingeniería Civil

DEL : Mg. RONALD GUNTER MAYS AQUINO  
Docente del PAIC - UDH

ASUNTO : APROBACION DE PROYECTO DE TESIS

REFERENCIA : RESOLUCIÓN No 1123-2025-D-FI-UDH

Fecha : Huánuco, 29 de junio del 2025

Tengo el agrado de dirigirme a su despacho, para saludarlo cordialmente y a la vez informarle que, en mi condición de Asesor de Tesis del Bach. **MALLQUI AGUILAR RONALD ROBERT**, doy mi conformidad del Proyecto de Tesis titulado **“IMPLEMENTACION DE BIM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA DEL MALECÓN HIGUERAS, HUÁNUCO, 2025”** y **OPINO SU APROBACIÓN**, debiendo continuar con los trámites administrativos que el caso amerite.

Es todo cuanto informo a usted para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

**Mg. RONALD GUNTER MAYS AQUINO**  
DOCENTE DEL PAIC - UDH

### **AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**

Yo, MANUEL ALEJANDRO GASLA MUERRIETA Identificada con DNI 22515167, en mi calidad de REPRESENTANTE COMUN del CONSORCIO MALECON HIGUERAS con R.U.C N°20608077163, ubicada en la ciudad de Huánuco.

#### **OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

Al señor, BACH. MALLQUI AGUILAR RONALD ROBERT, Identificado con DNI N° 72131569, de la Carrera profesional de INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DE HUANUCO, para que utilice la siguiente información de la empresa:

- Acceso al Expediente Técnico del Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN MALECON HIGUERAS DISTRITO DE HUANUCO DE LA PROVINCIA DE HUANUCO DEL DEPARTAMENTO DE HUANUCO" – CUI N° 2622359.
- Acceso a la Obra y coordinación con el personal calificado y no calificado con fines académicos propios del trabajo de investigación.

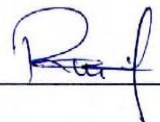
Con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Cabe indicar que en mi calidad de Representante Común del CONSORCIO MALECON HIGUERAS, solicito Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo del CONSORCIO.

  
CONSORCIO MALECON HIGUERAS  
MANUEL ALEJANDRO GASLA MUERRIETA  
DNI: 22515167  
REPRESENTANTE COMUN

Firma y sello del Representante  
Legal DNI: 22515167

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación / en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del  
Estudiante DNI:  
72131569



**SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN EN UNA INSTITUCIÓN**

Huánuco, 04 de agosto de 2025

Señor (a):  
**MANUEL ALEJANDRO GASLA MUERRIETA**  
**REPRESENTANTE COMUN**  
**CONSORCIO MALECON HIGUERAS**  
Presente. -

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que me encuentro en el desarrollo de mi proyecto de investigación, en la cual se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos /de obtención de mi título profesional al finalizar mi investigación.

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: **"IMPLEMENTACION DE BIM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA DEL MALECÓN HIGUERAS, HUÁNUCO, 2025"**. En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

**BACH. RONALD ROBERT MALLQUI AGUILAR**  
DNI N° 72131569

**CONSORCIO MALECON HIGUERAS**  
**MANUEL ALEJANDRO GASLA MUERRIETA**  
DNI: 22519169  
REPRESENTANTE COMUN

04/08/25 .

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 2032- 2025-D-FI-UDH**

Huánuco, 26 de setiembre de 2025

Visto, el Oficio N° 1179-2025-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025**” presentado por el (la) Bach. **Ronald Robert MALLQUI AGUILAR**.

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1123-2025-D-FI-UDH, de fecha 09 de junio de 2025, perteneciente al Bach. **Ronald Robert MALLQUI AGUILAR**, se le designó como ASESOR(A) al Mg. Ronald Günter Mays Aquino, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1179-2025-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025**”, presentado por el (la) Bach. **Ronald Robert MALLQUI AGUILAR**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Percy Mello Davila Herrera (Presidente), Mg. Elbio Fernando Felipe Matias (Secretario) y Dr. Hector Raul Zacarias Ventura (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **APROBAR**, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: “**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025**”, presentado por el (la) Bach. **Ronald Robert MALLQUI AGUILAR**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Exp. Graduando – Interesado - Archivo.  
MCH/EJML/dgc.



## ANEXO 3

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### CUESTIONARIO



**PROYECTO DE TESIS:** EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025

**ESTUDIANTE:** MALLQUI AGUILAR RONALD ROBERT

**ASESOR:** MG. RONALD GUNTER MAYS AQUINO

#### FICHA DE REGISTRO DE DATOS – VARIABLE INDEPENDIENTE (METODOLOGÍA BIM)

**Proyecto de investigación:** *Implementación de la metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higuera, Huánuco, 2025*

**Código del instrumento:** FRD-BIM-01

**Técnica de recolección de datos:** Análisis documental

**Instrumento:** Ficha de Registro de Datos (Variable Independiente)

**Aplicación:** Registro de indicadores de aplicación BIM en dos momentos (Pre y Post) a partir de documentos del expediente técnico y del modelo digital.

## **INSTRUCCIONES DE LLENADO**

1. Identificar la dimensión de BIM que corresponde (3D, 4D, 5D o 9D).
2. Revisar el expediente original (Pre) y el modelo BIM (Post).
3. Registrar el nivel de cumplimiento o los valores obtenidos en cada indicador.
4. Anotar la diferencia o mejora alcanzada.

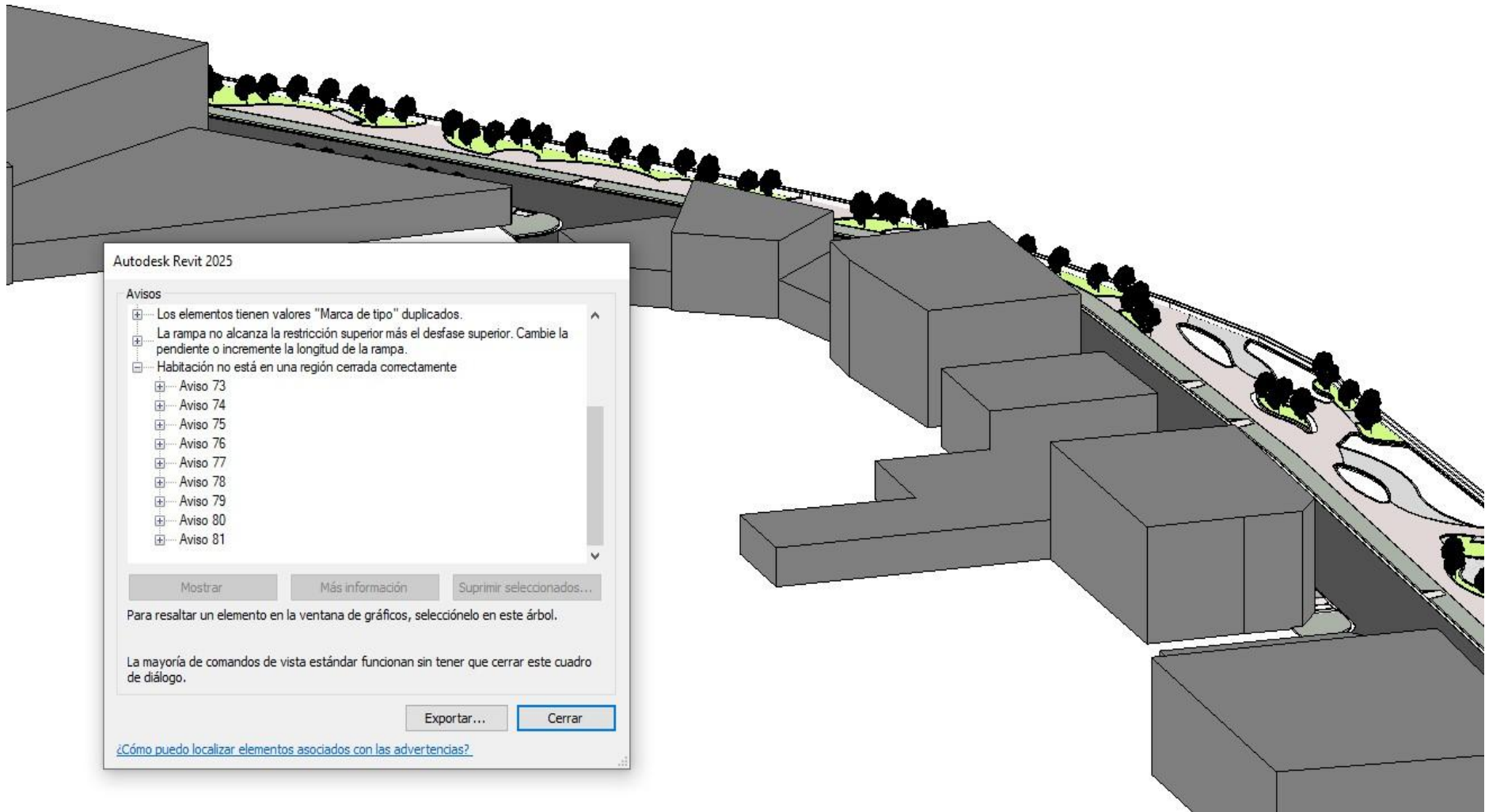
## VARIABLE INDEPENDIENTE: METODOLOGIA BIM

### Dimensión 3D – Geometría del diseño

Documento técnico	Indicador	Unidad de medida	Expediente técnico	Modelo BIM	Diferencia / Mejora	Observaciones
Planos 2D / Modelo 3D BIM	Existencia y uso del modelo tridimensional integrado	Nivel (Bajo–Medio–Alto)	Medio		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoras en visualización 2D, plantas, cortes, alzados e isometrías.</li> <li>• Visualización global, mediante vistas, isometrías 3D, cortes planares en planos elegidos, cortes perspectivados y recorridos virtuales.</li> <li>• Tipos de visualización “estructura alámbrica” “línea oculta” “texturas coherentes” y “realista”, que mejoran la representación en planimetría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los modelos en Revit nos ofrecen la posibilidad de extraer planos de planta, cortes y elevación, a distintas alturas y posiciones de corte, validarlos para ejecución de partidas y replanteos.</li> <li>• El modelo refleja la infraestructura proyectada finalizada, evidencia interferencias entre especialidades y es susceptible a medición y</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento de familias o elementos para obtención de detalle de ingeniería.</li> <li>• Parametrización de familias arquitectónicas y estructurales</li> <li>• Integración de modelo arquitectónico, entorno y topográfico.</li> </ul>	<p>modificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para obtener un modelo consolidado es necesario modelar al mayor detalle posible cada elemento.</li> <li>• Según el Plan Nacional BIM los niveles de detalle (LOD) 100 - 500 y Niveles de información (LOIN), determinan la complejidad de cada elemento o especialidad, mediante estándares de modelado y uso de modelo.</li> </ul>
--	--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Modelo BIM	Número de incompatibilidades/interferencias (Clashes)	0	-		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante la Chash Detection se listaron 81 interferencias de modelo.</li> <li>• Se encontraron 56 incompatibilidades en elementos constructivos de veredas, rampas y acceso, niveles y cotas, tras compatibilizar con la topografía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las incompatibilidades se determinan a través de la herramienta Clash Detection para diagnosticar interferencias o choques de modelo.</li> <li>• Para determinar incompatibilidades se vincula las planimetrías de proyecto, con el modelo federado, incluyendo modelo de topografía y se verifica las incongruencias de diseño para ejecución de obra.</li> </ul>
------------	-------------------------------------------------------	---	---	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



### Dimensión 4D – Programación

Documento técnico	Indicador	Unidad de medida	Expediente técnico	Modelo BIM	Diferencia / Mejora	Observaciones
Cronograma	Vinculación del modelo con el cronograma	Nivel (Bajo–Medio–Alto)	Medio	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>El expediente presenta un cronograma que deriva de las partidas vinculadas al presupuesto de obra, por lo tanto, se asume que el tren de actividades corresponde al avance de obra planificado, programando en línea temporal. Sin embargo, en obra no se verifica ni se cumple en gran medida.</li> <li>El modelo presenta integración gráfica de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los cronogramas de obra se vinculan en “Timeliner” mediante una simulación de avance de obra mediante software de gestión de proyectos.</li> <li>Cuando se verifica el avance físico gráfico, se archiva la documentación</li> </ul>

					<p>avance físico de obra mediante filtros y sectorizaciones, lo que permite definir avance físico de manera gráfica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se elabora un comparativo entre programado y ejecutado, a través de Navisworks.</li> <li>• Por otro lado, el modelo se gestiona por fases de avance de obra para verificar avances de obra en base a un cronograma propuesto.</li> </ul>	<p>como precedente y se compara con los calendarios planificados.</p>
--	--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

### Dimensión 5D – Presupuesto

Documento técnico	Indicador	Unidad de medida	Expediente técnico	Modelo BIM	Diferencia / Mejora	Observaciones
Presupuesto	Integración del modelo con el presupuesto	Nivel (Bajo–Medio–Alto)	Bajo	Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>El presupuesto tradicional se elabora en S10, cuyo formato es solicitado literalmente por entidades públicas.</li> <li>El modelo no se integra con herramientas clásicas con bases de datos tradicionales.</li> <li>Los softwares para presupuesto bajo metodología BIM, integran un visor de modelo, mediante el cual se identifica las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En cuanto a la presentación de un presupuesto BIM, el reto consiste en cuantificar y considerar partidas que no se encuentran o son implícitas, pero no son medibles dentro del modelo.</li> <li>Por otro lado, es necesario realizar el ACU por partida, en un software de presupuestos que reúna la norma y condiciones peruanos.</li> </ul>

					cantidades y metrado por partida que deriva del modelo.	
--	--	--	--	--	---------------------------------------------------------------	--

Modelo BIM	Precisión de metrados	Variación	Medio	No	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los metrados varían en porcentajes entre 2-3% en partidas lineales, 2-5% en partidas con unidades de área y 5-10% en partidas volumétricas.</li> <li>• El flujo de trabajo en 2D, requiere metrado manual, el cual está sujeto a errores y deficiencias de exactitud.</li> <li>• El modelo BIM cuantifica los materiales a través de las “tablas de cuantificación” asegurando la exactitud en medidas y cantidades, garantizados por el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los metrados manuales no garantizan exactitud y demandan gran cantidad de tiempo para su realización</li> <li>• El modelo arroja automáticamente metrados, sin embargo, no contempla todas las partidas descritas en un presupuesto, solo las que poseen data volumétrica dentro del entorno BIM.</li> </ul>
------------	--------------------------	-----------	-------	----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

					código de los programas que se usan	
--	--	--	--	--	-------------------------------------	--

					<p>para su elaboración.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Del modelo se extraen dimensiones de elementos modelados, familias, pisos, muros, columnas, sardineles, pisos, rampas, etc. Elementos que sean susceptibles a medida, sin embargo, hay elementos que no pueden metrarse y sí considerarse de manera externa dentro de un presupuesto.</li></ul>	
--	--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Dimensión 9D – Gestión de la construcción

Documento técnico	Indicador	Unidad de medida	Expediente técnico	Modelo BIM	Diferencia / Mejora	Observaciones
Modelo BIM / Expediente técnico	Uso de BIM para optimizar procesos constructivos	Nivel (Bajo– Medio– Alto)	Bajo	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los procesos constructivos son claramente visibles en el modelo 3D.</li> <li>Se integran detalles constructivos y se obtienen con un flujo de trabajo ágil y automático.</li> <li>El modelo BIM contiene información constructiva de orden, cantidad y posición, respecto del entorno en el cual se desempeña.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La gestión de planos y metrados, es especialmente eficiente desde un entorno BIM.</li> <li>En atención a la norma ISO 19650, el ECD (Entorno común de datos) se gestiona el expediente desde el árbol de proyecto.</li> <li>La gestión documentaria se</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para planificar plazos y procedimientos de montaje, la metodología BIM integra, procesos de gestión de procedimientos y avances.</li> </ul>	<p>realiza desde una única base de datos, modelo federado, desde donde el cual se maneja y administra el activo informático</p>
Expediente técnico	Solicitudes de Información (RFI)	25	jo	o	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo responde RFIs de manera oportuna, y puede atender y registrar un historial de RFIs a través de herramientas de gestión de modelos como el Trimble Connect.</li> <li>• Los requisitos de información que se solicitaron en el modelo se resolvieron</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La gestión de RFIs es especialmente eficiente mediante un ECD que administra el activo informático mediante el registro de expediente y registro de entregables, así como toda la información</li> </ul>

					<p>en corto tiempo, y pocas veces responden a un error de dibujo o ambigüedad de diseño planimétrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las RFIs se solucionan de manera optimizada en el menor plazo requerido, dado que los errores de diseño se verifican en todas las dimensiones de la representación gráfica.</li> </ul>	<p>coherente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es necesario llevar un orden de revisiones y actualizaciones. Por ello el árbol de proyecto permite ordenar los documentos adjuntos.</li> </ul>
Informe de cambios	Ordenes de Cambio evitadas	05	jo	o	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los reportes de modificaciones y replanteo, se verifican desde tablas y planos documentados para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los planos de replanteo se derivan de los modelos propios y son una extensión de la</li> </ul>

					tales fines particulares, los cuales se gestionan desde el propio modelo en Revit.	propia ingeniería del proyecto.
--	--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------



## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CUESTIONARIO



**PROYECTO DE TESIS:** EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO URBANO MALECÓN HIGUERAS, 2025

**ESTUDIANTE:** MALLQUI AGUILAR RONALD ROBERT

**ASESOR:** MG. RONALD GUNTER MAYS AQUINO

### 4.3.1.1 FICHA DE REGISTRO DE DATOS – VARIABLE DEPENDIENTE (PRODUCTIVIDAD)

**Proyecto de investigación:** *Implementación de la metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto de mejoramiento del servicio de movilidad urbana del Malecón Higuera, Huánuco, 2025*

**Código del instrumento:** FRD-BIM-01

**Técnica de recolección de datos:** Análisis documental

**Instrumento:** Ficha de Registro de Datos (Variable dependiente)

**Aplicación:** Registro de indicadores de aplicación BIM en dos momentos (Pre y Post) a partir de documentos del expediente técnico y del modelo digital.

### INSTRUCCIONES DE LLENADO

1. Revise el documento técnico correspondiente (planos, cronograma, presupuesto, informes, modelo BIM, etc.).
2. Identifique el indicador a registrar según la dimensión.
3. Anote los valores en las columnas Pre (sin BIM) y Post (con BIM).
4. Calcule la diferencia o mejora alcanzada.
5. Añada observaciones relevantes sobre la información recolectada.

## VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

### Sección A – Eficiencia

Documento técnico	Indicador	Unidad de medida	Expediente técnico	Modelo BIM	Diferencia / Mejora	Observaciones
Presupuesto	Costo unitario de ejecución	/ por m <sup>2</sup>	6 S/ por m <sup>2</sup>	275 S/ por m <sup>2</sup>	10 %	Reducción por menor reproceso, mejor metrados y control de cantidades.
Informe de obra	Rendimiento de mano de obra	m <sup>2</sup> /jornada		10.5	31 %	Actividades constructivas mejor planificadas con modelos 4D.
Planos / Metrados	Uso óptimo de materiales	% Aprovechamiento	%	95 %	10 %	Reducción de desperdicios gracias a metrados

						tomáticos.
planos / Metrados	precisión de metrados	% variación	0 %	± 3 %	Mejora de 7 %	mayor confiabilidad entre expediente técnico y obra ejecutada.

### Sección B – Cumplimiento de plazos

Documento técnico	Indicador	Unidad de medida	Expediente técnico	Modelo BIM	Diferencia/ Mejora	Observaciones
Cronograma	Variación entre cronograma real y programado	Días / %	0 días (11 %)	5 días (3 %)	% de desviación	Simulación 4D permitió identificar interferencias antes de la ejecución.
Informe de avance	Índice de avance físico	% acumulado	%	%	%	Mejor seguimiento visual del avance y control semanal.

### Sección C – Desempeño técnico

Documento técnico	Indicador	Unidad de medida	Expediente técnico	Modelo BIM	Diferencia / Mejora	Observaciones
Informe de control	Porcentaje de partidas aprobadas	%	%	%	%	Menor cantidad de observaciones técnicas en obra.
Informe de calidad	Conformidad con especificaciones técnicas	Nivel (Bajo-Medio-Alto)	Medio	Alto	Mejora cualitativa	Modelos BIM facilitan la interpretación técnica y control de calidad.
Modelo BIM	Incompatibilidades / Clashes detectados	°	en obra)	0 (en diseño)	Reducción de impactos en obra	Detección temprana evita paralizaciones y retrabajos.
Expediente técnico	Solicitudes de Información (RFI)	°			%	Mayor claridad del proyecto antes de iniciar la ejecución.

Informe de cambios	Ordenes de Cambio evitadas	°			ciencia en respuesta de oficina técnica	s replanteos y mejoras evitan retrasos.
--------------------	----------------------------	---	--	--	-----------------------------------------	-----------------------------------------

## ANEXO 4

### REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA OBRA

**Figura A1** Vista general del área de intervención del proyecto Malecón Higueras



**Figura A2** Vista general del área de intervención del proyecto Malecón Higueras



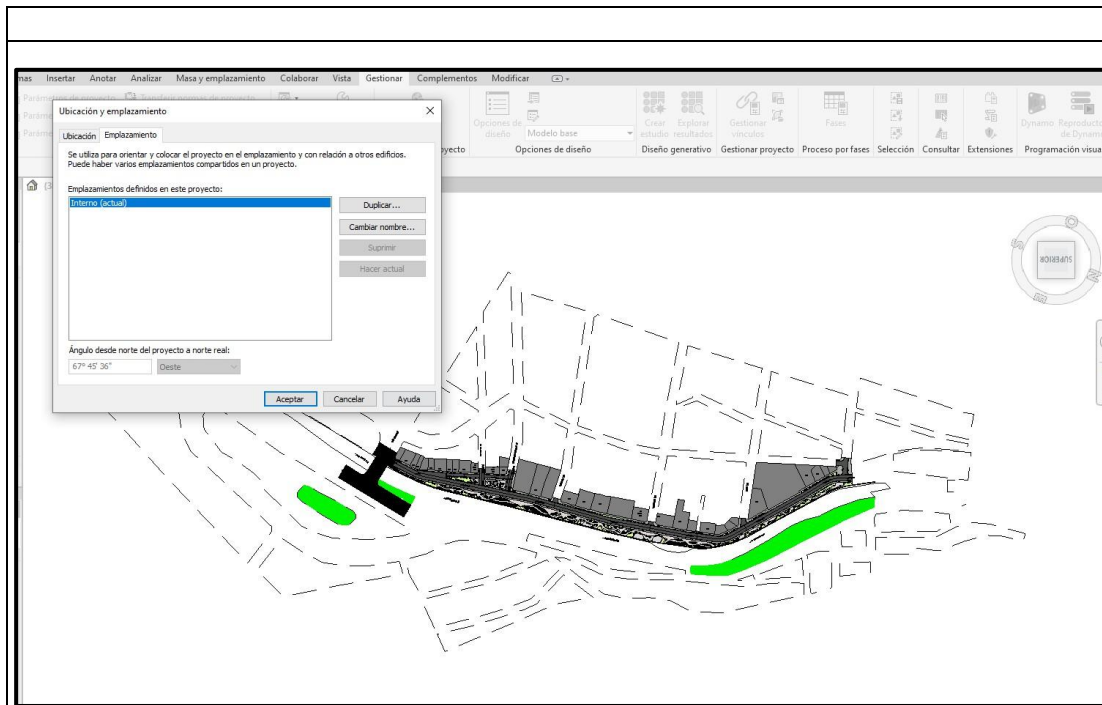
**Figura A3** Vista general del área de intervención del proyecto Malecón Higueras



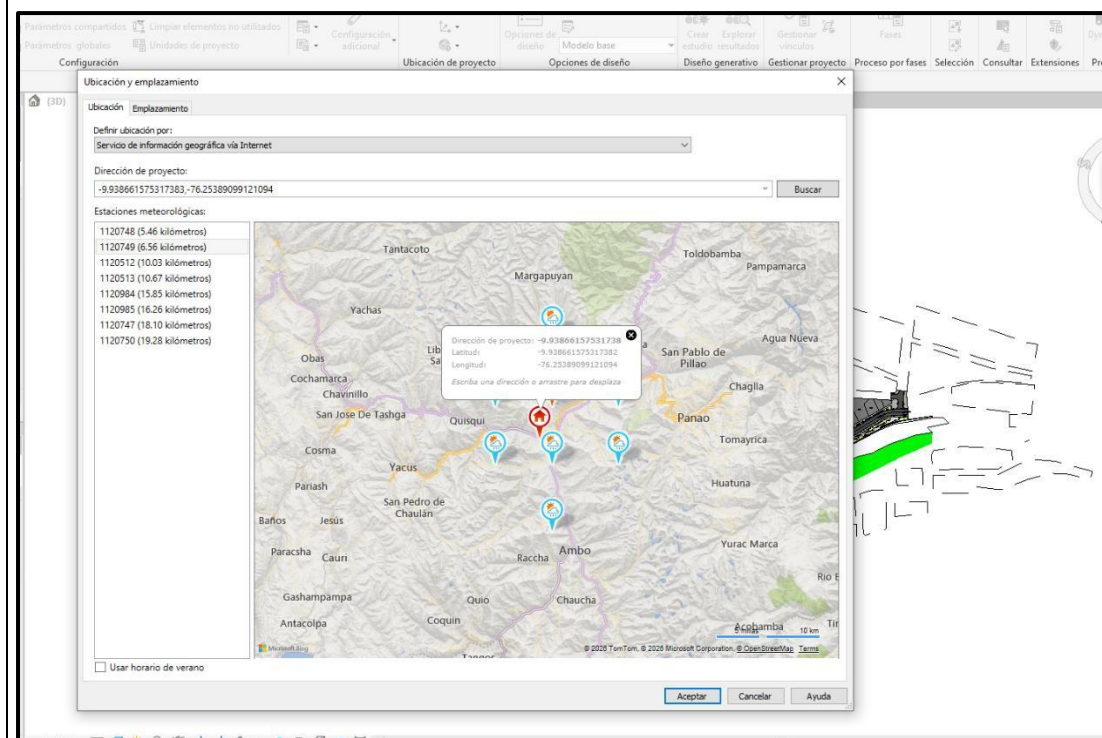
**Figura A4** Vista general del área de intervención del proyecto Malecón Higueras



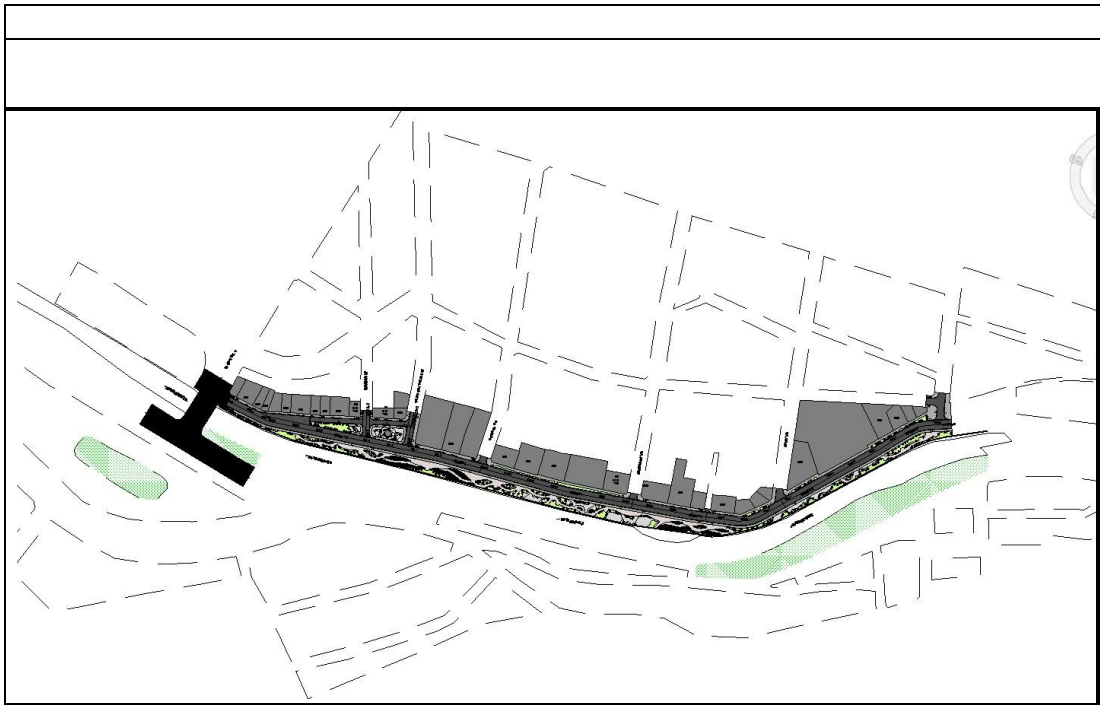
# PANEL FOTOGRÁFICO MODELO BIM



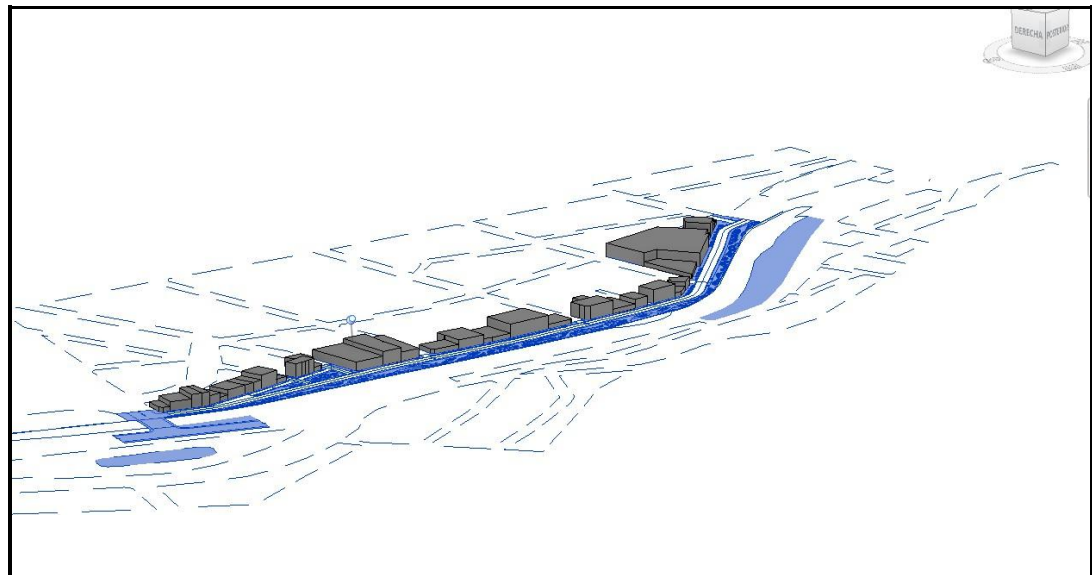
Ubicación, localización, y punto base del proyecto.



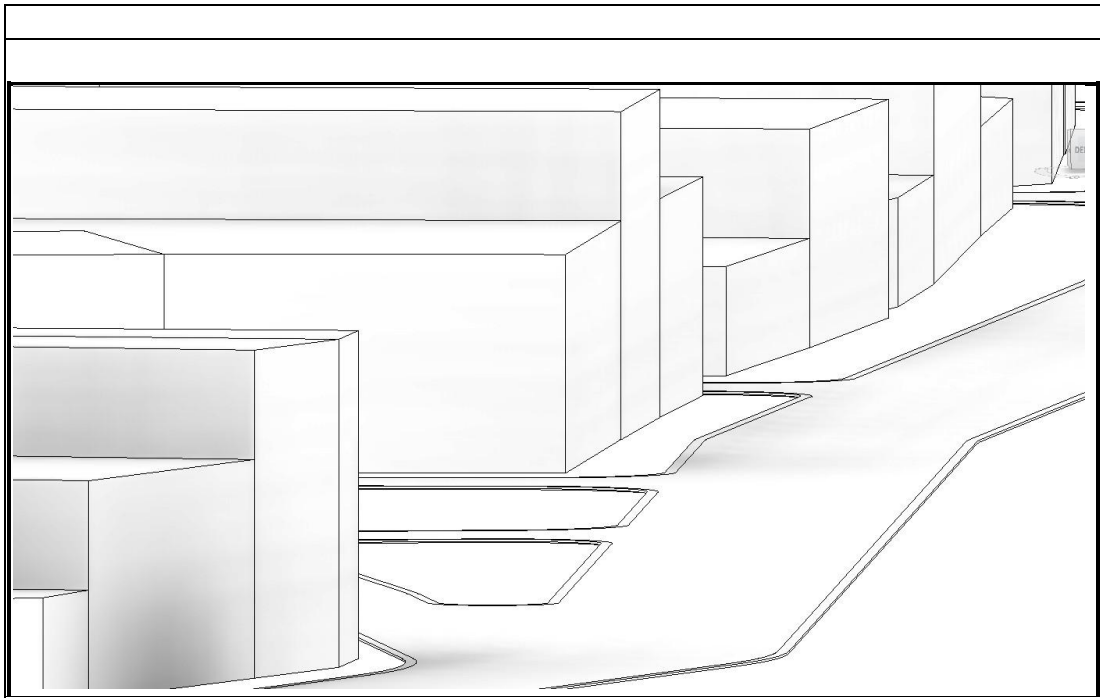
Ubicación y geolocalización.



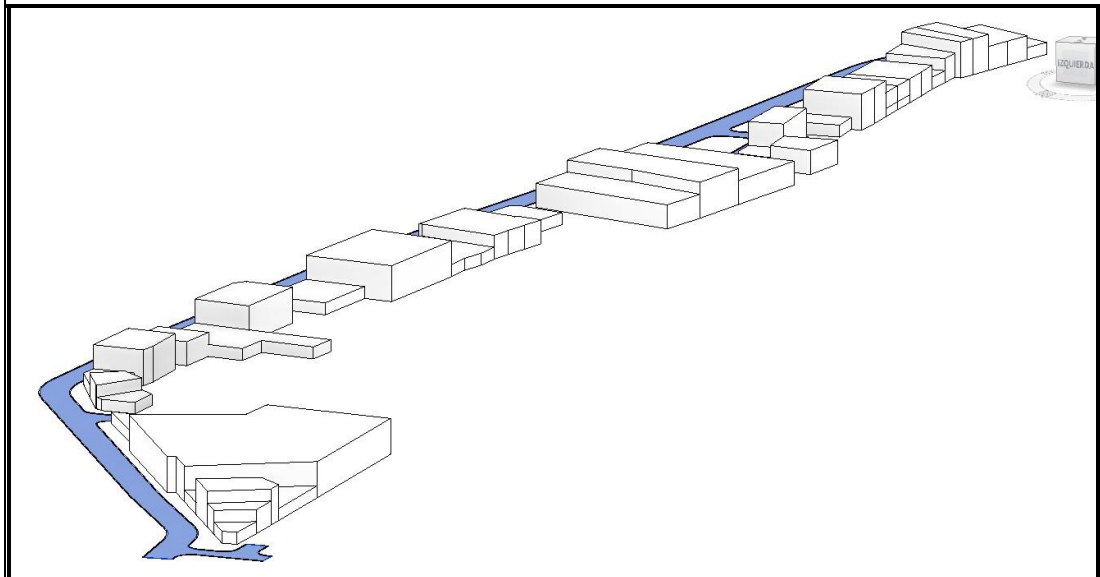
Plantilla de emplazamiento y trazos base.



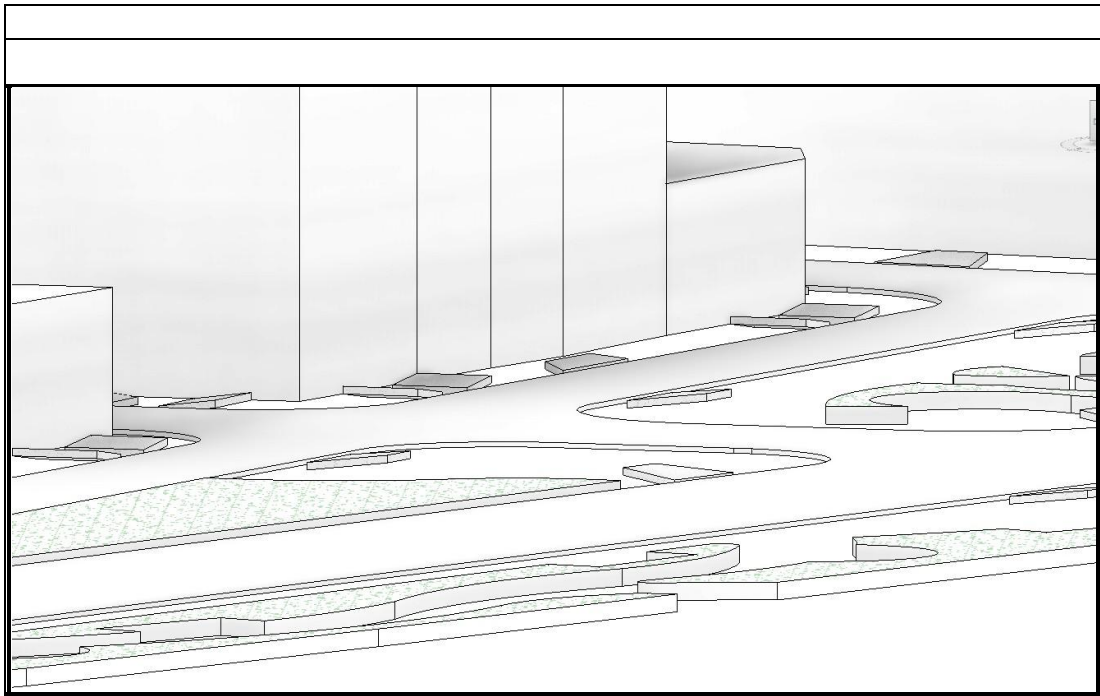
Generación de masas de paisaje urbano y entorno.



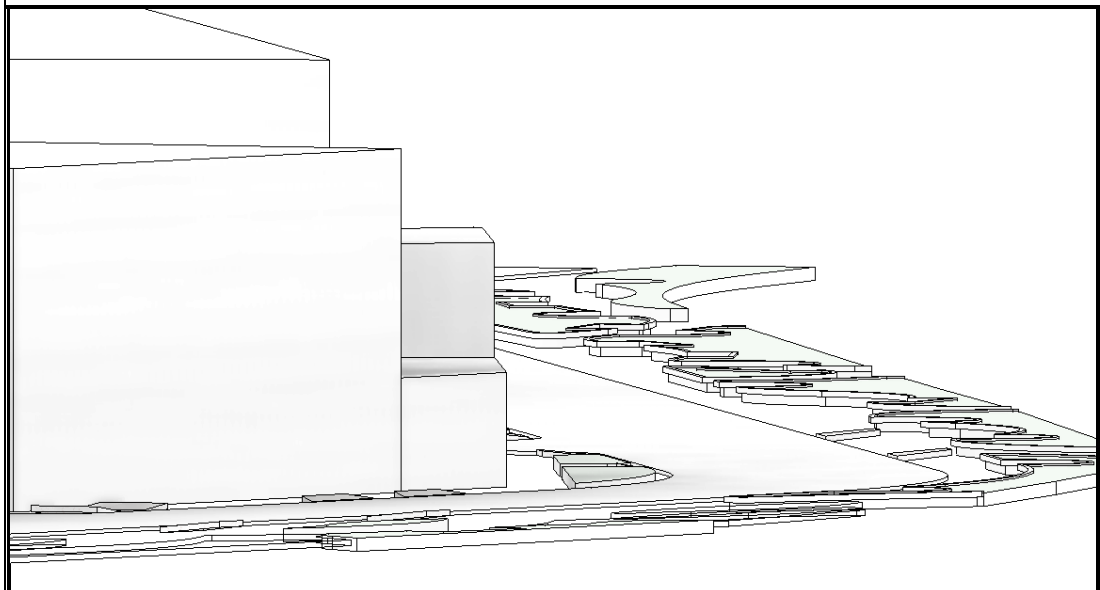
Se realiza el trazo de la vía desde la progresiva 0+00



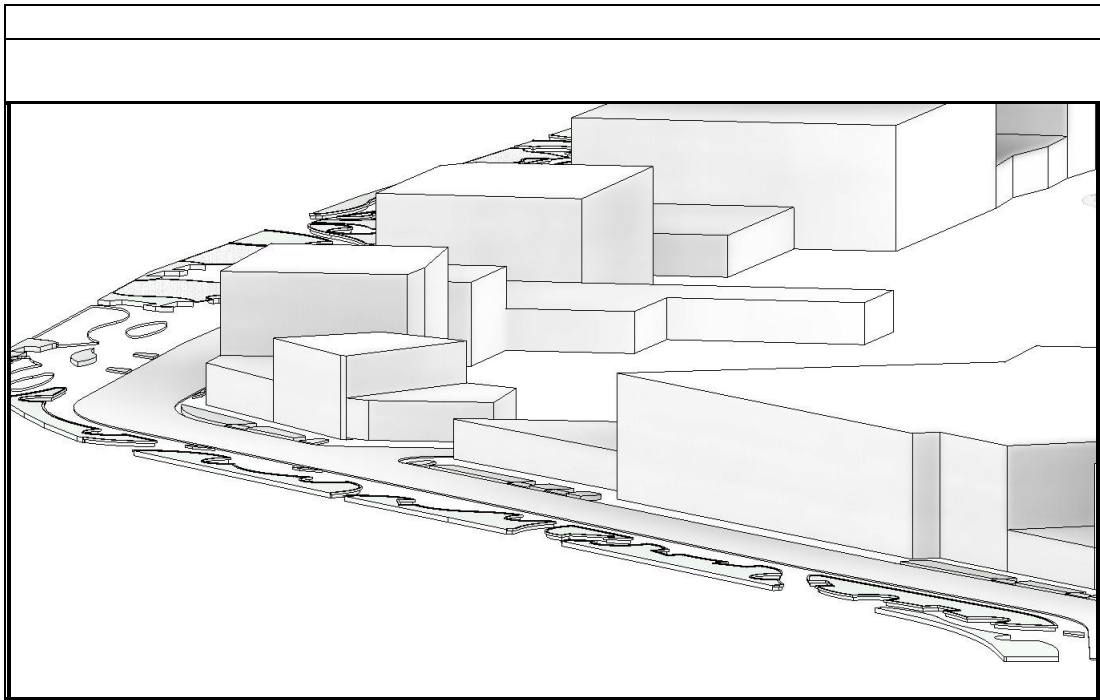
Se realiza el trazo tomando las cotas topográficas



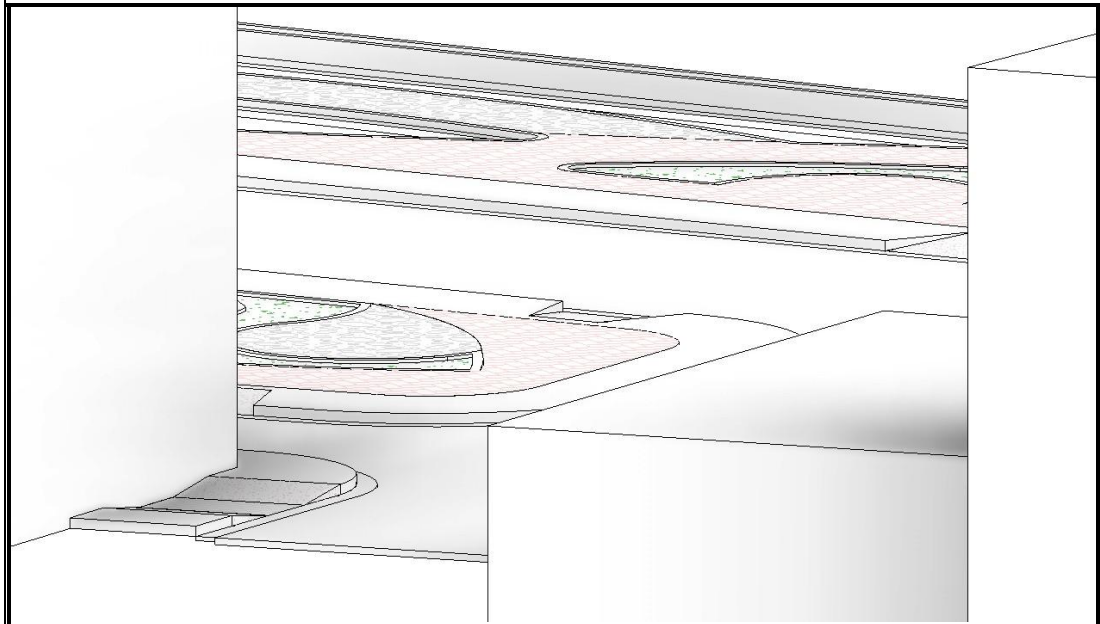
Trazo de veredas y definición de suelos



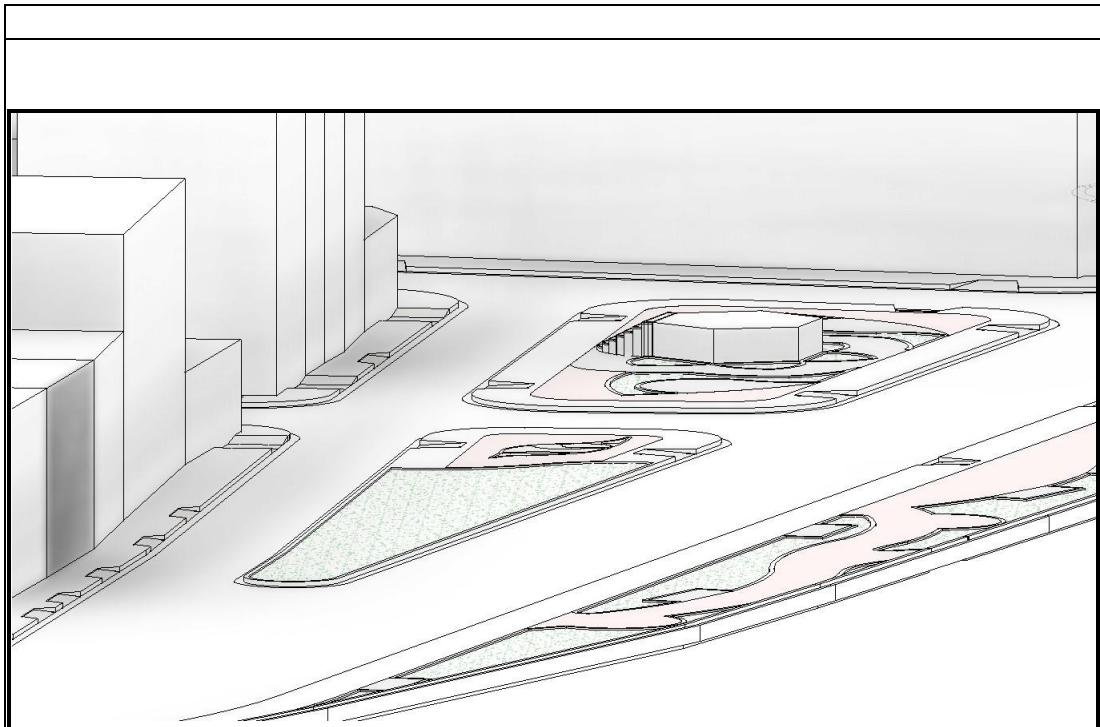
Trazo de veredas, definición de rampas en base a la vía



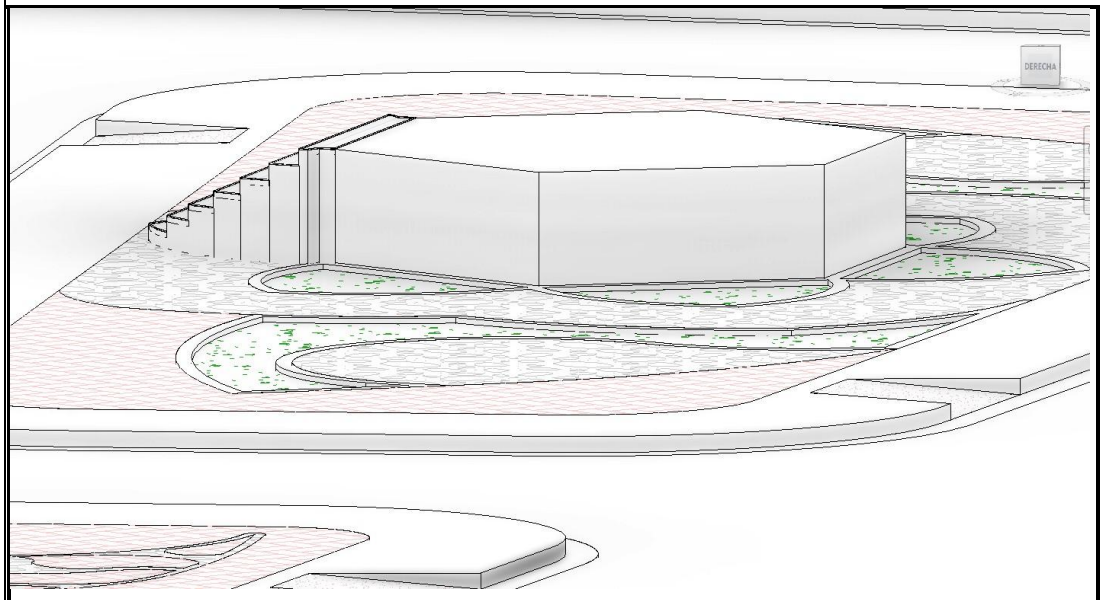
Se termina el trazo de veredas y desniveles hasta la última progresiva



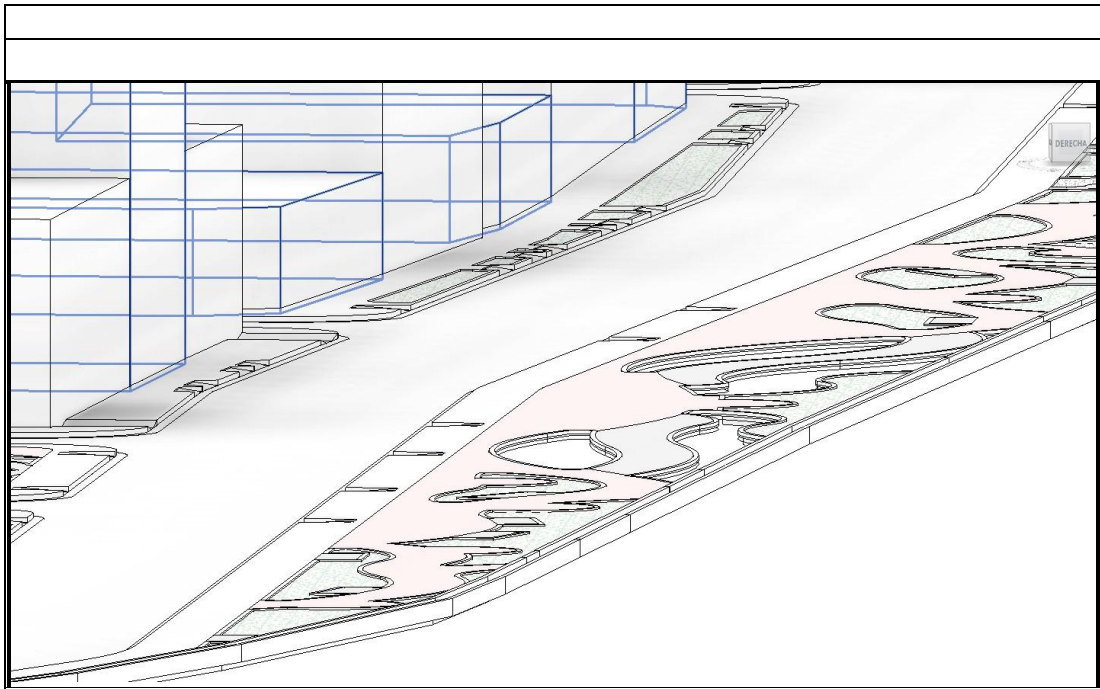
Modelado de rampas y jardines



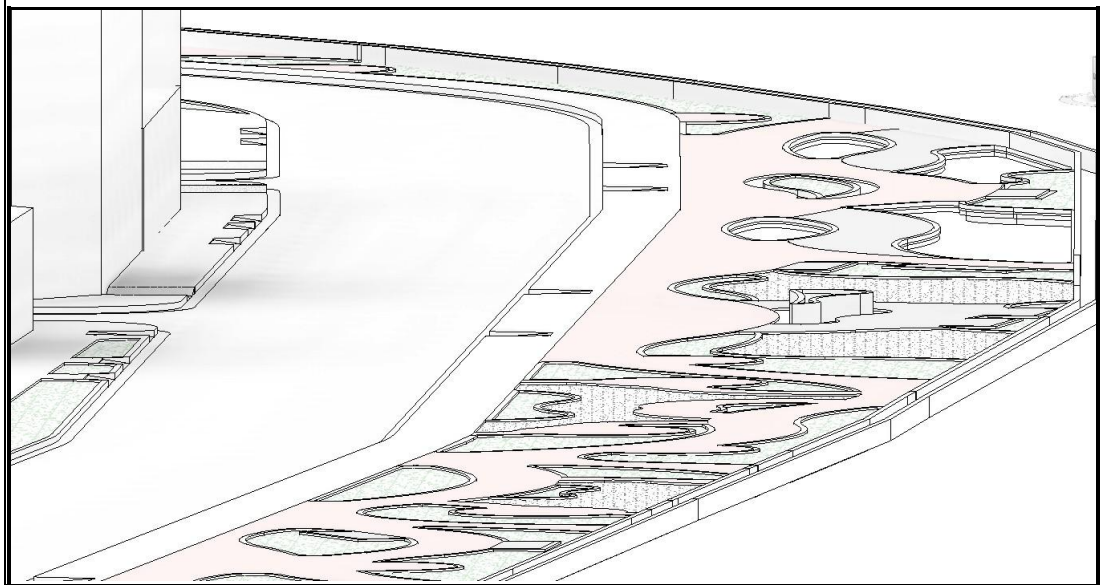
Detalle de plazas, parques y áreas de esparcimiento



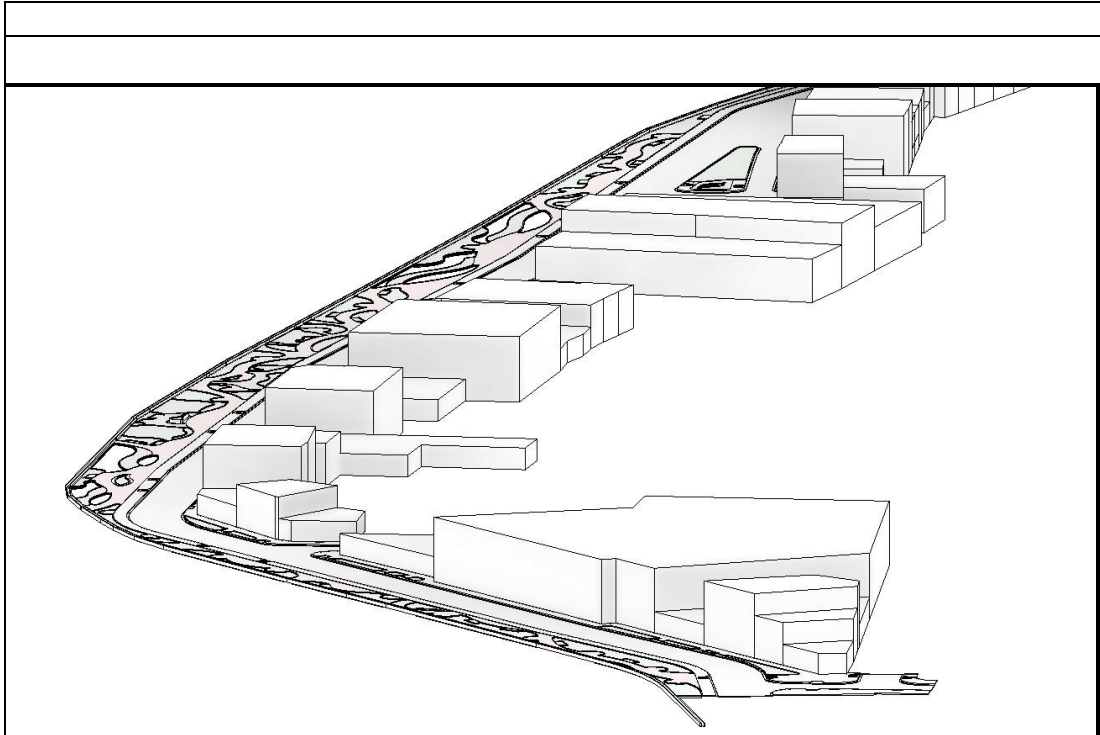
Plazas y jardines con rampas y sardineles



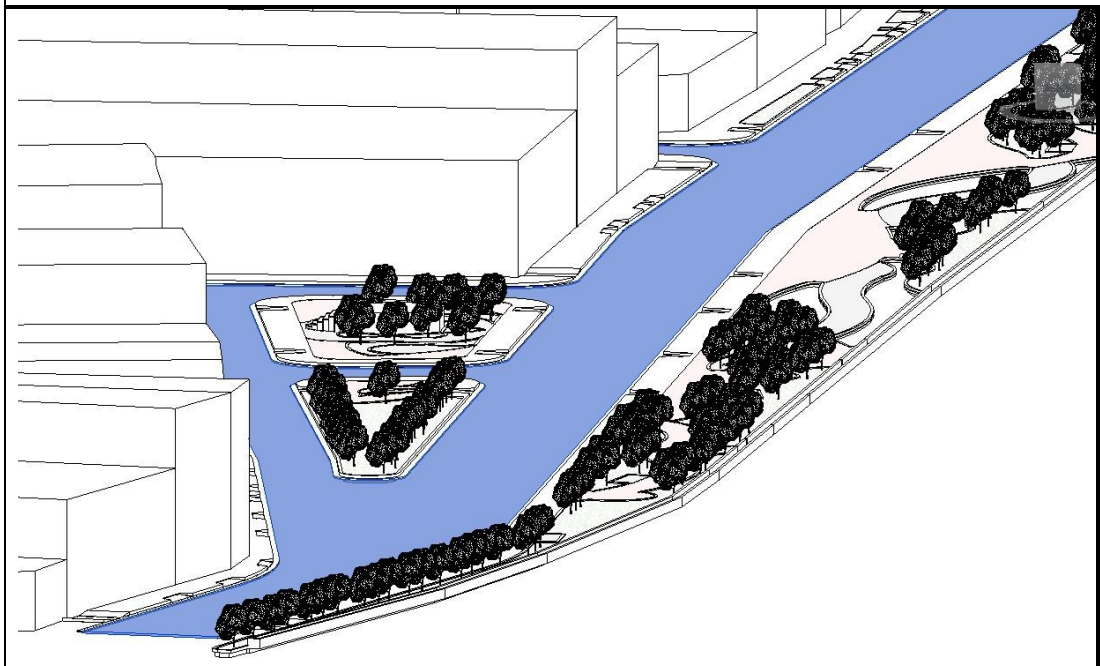
Parques en el margen derecho de la vía



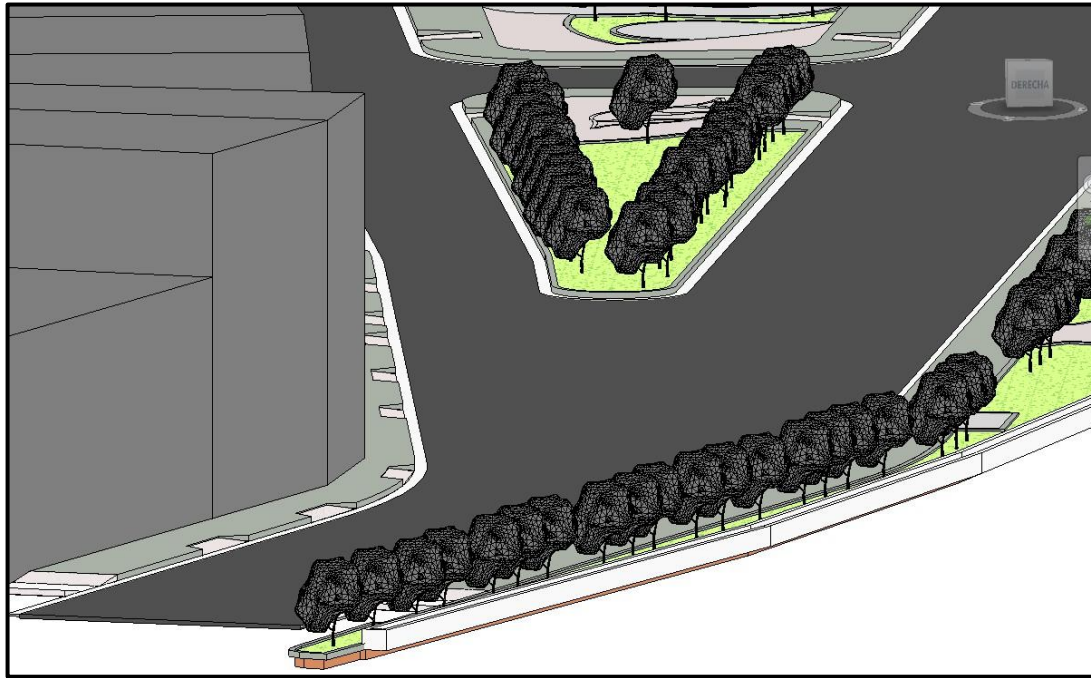
Parques, rampas del margen derecho de la vía, incluida la defensa ribereña



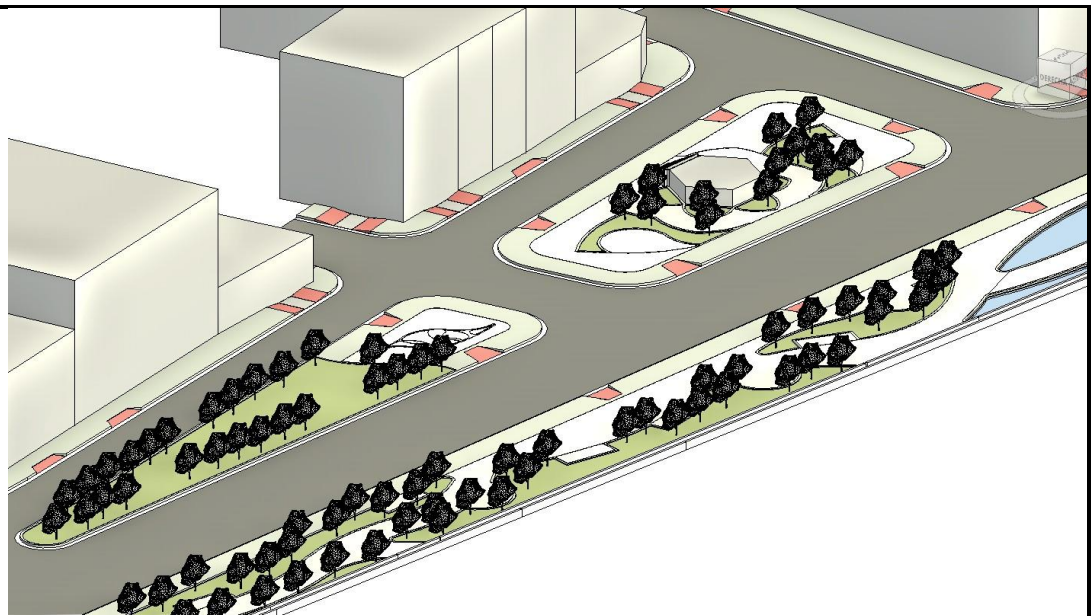
Modelo integral de los parques del margen derecho, incluida defensa ribereña



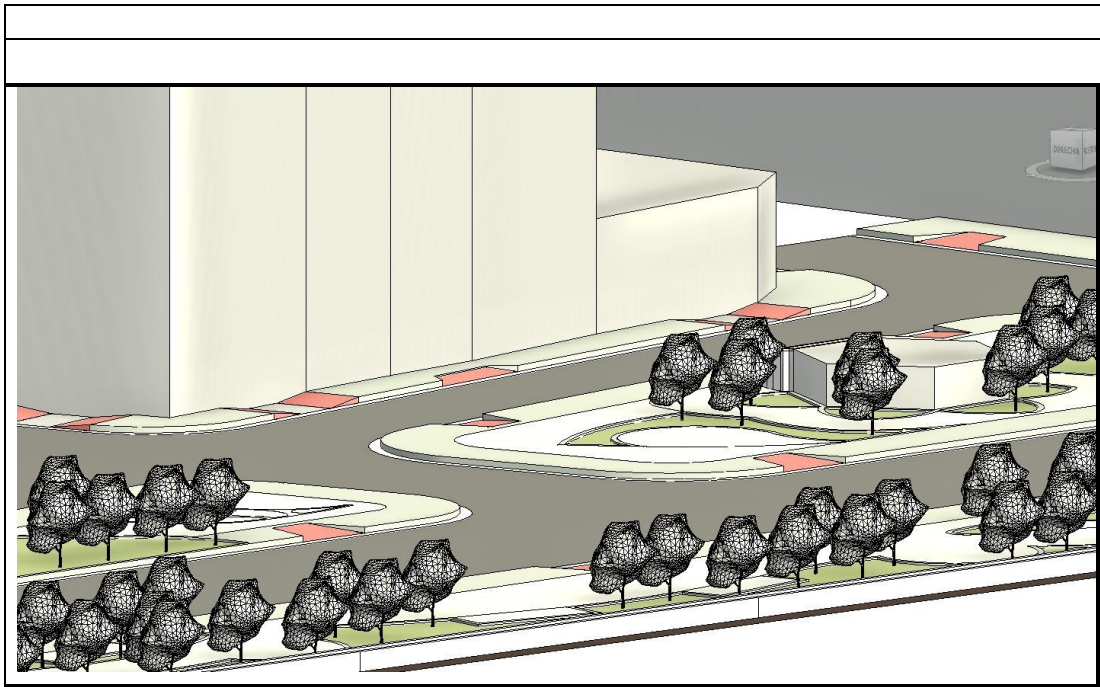
Se realiza el diseño de paisaje, sardineles y jardines



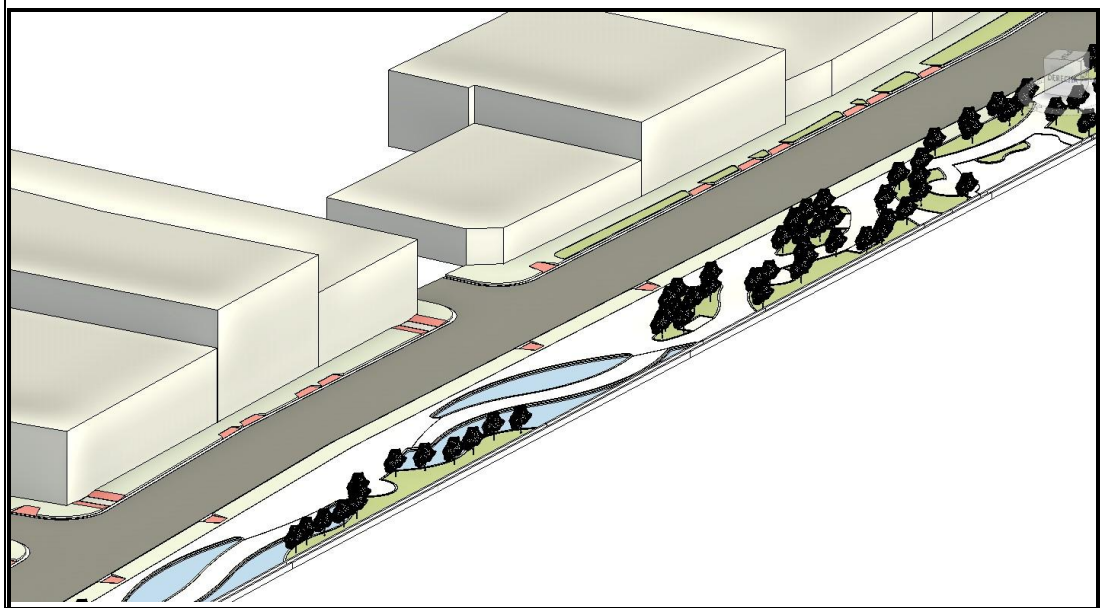
Se realizan pruebas con los componentes de la vía



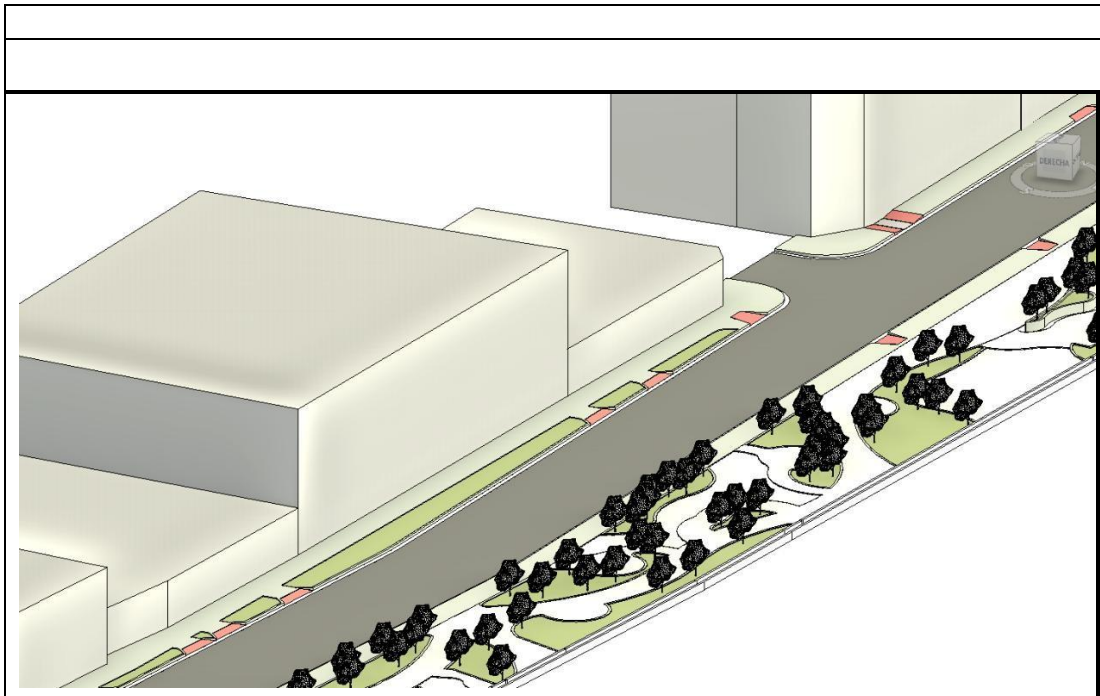
Pruebas de materiales y diseño integral



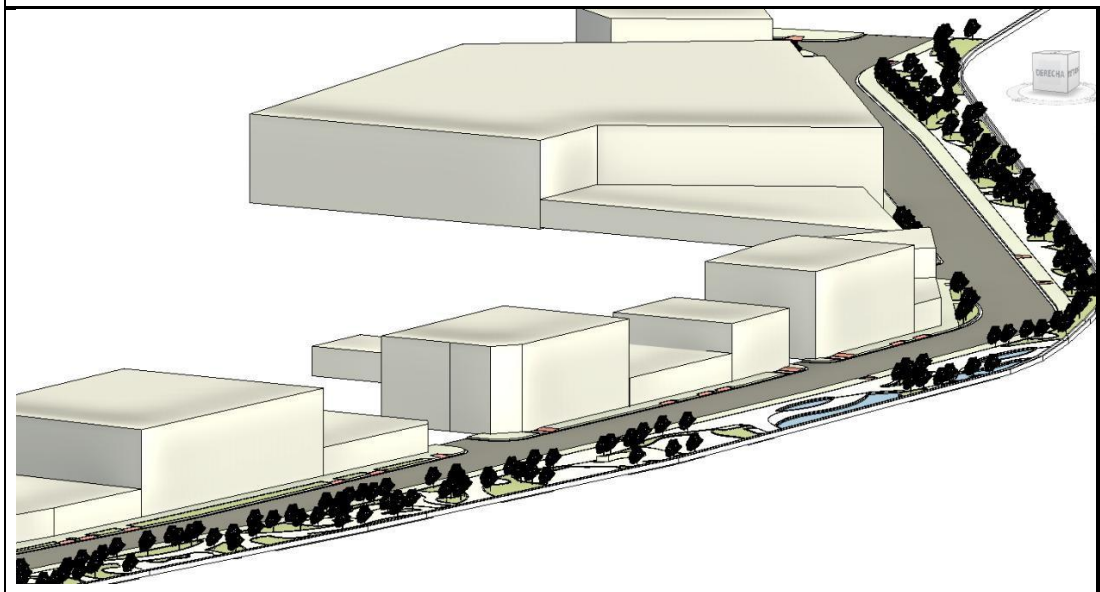
Pruebas de materiales y diseño integral



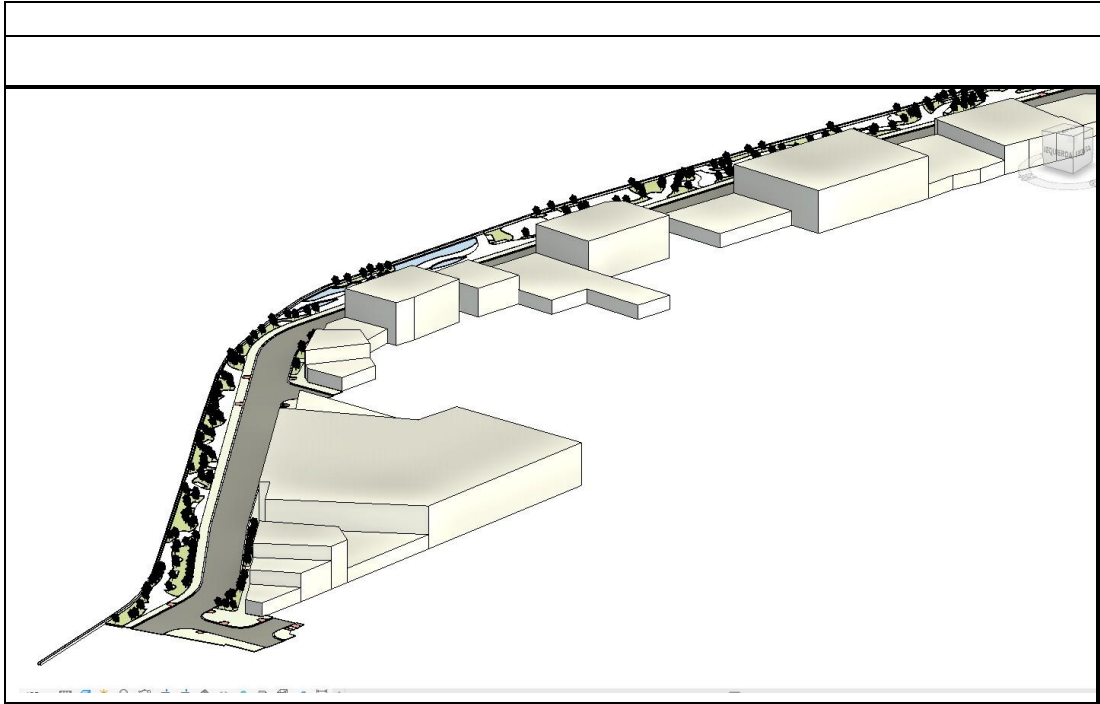
Parques y margen derecho de vía con material



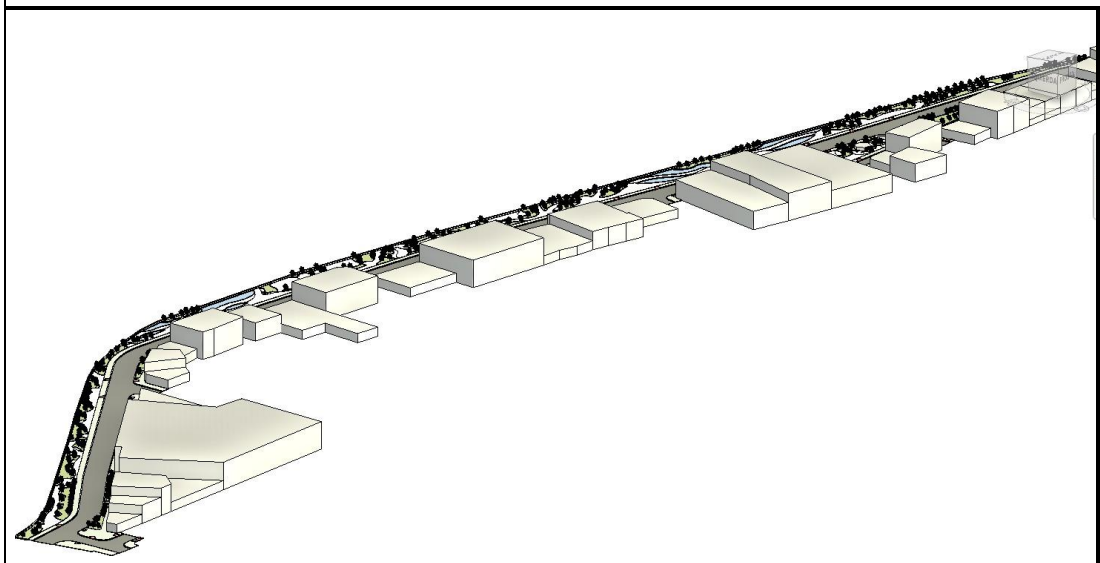
Arborizado y diseño de suelos



Diseño de tramo final arborizado y con materiales



Diseño de tramo final arborizado y con materiales



Diseño integral de vía, parques plazas, rampas, defensa ribereña y contexto