



# **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

## **TESIS**

Aplicación del BIM para optimizar el costo y plazo de ejecución en obras  
de pavimentación en la ciudad de Chiclayo

### **PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

#### **Autor:**

Bach. Carlos Enrique Frontado Romero

#### **Asesor:**

Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez

**Lambayeque, Perú**

**2026**



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## TESIS

Aplicación del BIM para optimizar el costo y plazo de ejecución en obras  
de pavimentación en la ciudad de Chiclayo

### PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

### APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

Msc. Ing. Wesley Amado Salazar Bravo  
Presidente

Dr. Ing. Nelson Enrique Huangal Castañeda  
Secretario

Msc. Ing. Jannyna Beatriz Bernilla Gonzales  
Vocal

Lambayeque, Perú

2026



# **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

## **TESIS**

Aplicación del BIM para optimizar el costo y plazo de ejecución en obras  
de pavimentación en la ciudad de Chiclayo

### **PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**Presentado por:**

---

Bach. Carlos Enrique Frontado Romero

---

Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez  
Asesor

**Lambayeque, Perú**

**2026**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 031-2026-UI-FICSA

Siendo las 12:00 m del día 05 de agosto del 2026, se reunieron los miembros del jurado en la programación de la Tesis titulada: **“APLICACIÓN DEL BIM PARA OPTIMIZAR EL COSTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE CHICLAYO”**, con código N° **IC\_V\_2024\_053**, y designados por Resolución Decanal N° 746-2024-UNPRG-FICSA con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis profesional antes mencionado, conformado por los siguientes docentes:

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| MSC. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO        | PRESIDENTE |
| DR. ING. NELSON ENRIQUE HUANGAL CASTAÑEDA   | SECRETARIO |
| MSC. ING. JANNYNA BEATRIZ BERNILLA GONZALES | VOCAL      |

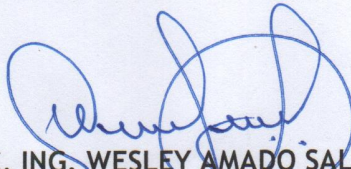
Asesorado por MSC. ING. MANUEL ALEJANDRO BORJA SUAREZ.

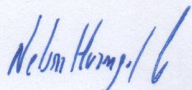
El acto de sustentación fue autorizado por OFICIO VIRTUAL N° 175-2026-UIFICSA, la Tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller: **CARLOS ENRIQUE FRONTADO ROMERO**, tuvo una duración de 60 minutos Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva:

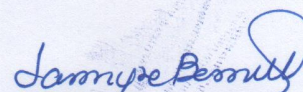
|                                | NUMERO    | LETRAS            | CALIFICATIVO |
|--------------------------------|-----------|-------------------|--------------|
| CARLOS ENRIQUE FRONTADO ROMERO | <u>17</u> | <u>DIECISIETE</u> | <u>BUENO</u> |

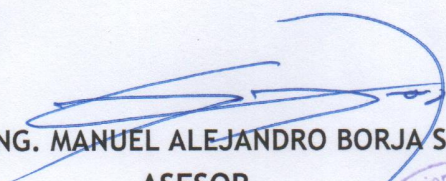
Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de **INGENIERO CIVIL** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Civil De Sistemas y de Arquitectura de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 13:00; del mismo día, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

  
MSC. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO  
PRESIDENTE

  
DR. ING. NELSON ENRIQUE HUANGAL CASTAÑEDA  
SECRETARIO

  
MSC. ING. JANNYNA BEATRIZ BERNILLA GONZALES  
VOCAL

  
MSC. ING. MANUEL ALEJANDRO BORJA SUAREZ  
ASESOR



## CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Manuel Alejandro Borja Suárez usuario revisor de Tesis ☒  
Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐

Titulado: "APLICACIÓN DEL BIM PARA OPTIMIZAR EL COSTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Cuyo autor es: Bach. Carlos Enrique Frontado Romero; con DNI N°71987030; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 11%, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 17 de julio del 2026



.....  
Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez

DNI: 16690047

Defina la modalidad con (X)

Adjunta:

*Resumen de Reporte automatizado de similitudes*

*Recibo digital*

# APLICACIÓN DEL BIM PARA OPTIMIZAR EL COSTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE CHICLAYO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

|                     |                     |               |                         |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 11 %                | 11 %                | 3 %           | 3 %                     |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

## FUENTES PRIMARIAS

|    |                                                                                      |      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | <a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a>                                   | 3 %  |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 2  | <a href="http://www.congreso.gob.pe">www.congreso.gob.pe</a>                         | 2 %  |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 3  | <a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a>               | 1 %  |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 4  | <a href="http://www.gob.pe">www.gob.pe</a>                                           | <1 % |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 5  | Submitted to D.A. de Economía                                                        | <1 % |
|    | Trabajo del estudiante                                                               |      |
| 6  | <a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> | <1 % |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 7  | <a href="http://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a>                   | <1 % |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 8  | <a href="http://vdocuments.es">vdocuments.es</a>                                     | <1 % |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 9  | Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo                                   | <1 % |
|    | Trabajo del estudiante                                                               |      |
| 10 | Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca                                       | <1 % |
|    | Trabajo del estudiante                                                               |      |
| 11 | <a href="http://repositorio.ucsm.edu.pe">repositorio.ucsm.edu.pe</a>                 | <1 % |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 12 | Submitted to Universitat Politècnica de València                                     | <1 % |
|    | Trabajo del estudiante                                                               |      |
| 13 | <a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a>                 | <1 % |
|    | Fuente de Internet                                                                   |      |
| 14 | Submitted to Universidad Continental                                                 | <1 % |
|    | Trabajo del estudiante                                                               |      |

[repositorio.unfv.edu.pe](http://repositorio.unfv.edu.pe)



Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez  
DNI: 16690047  
Asesor

|    |                                                                                                                                                                                                                                                      |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 15 | Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                   | <1 % |
| 16 | <a href="http://www.repositorio.upla.edu.pe">www.repositorio.upla.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                   | <1 % |
| 17 | <a href="http://repositorio.upct.es">repositorio.upct.es</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                   | <1 % |
| 18 | <a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                             | <1 % |
| 19 | <a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                             | <1 % |
| 20 | <a href="http://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                               | <1 % |
| 21 | <a href="http://repository.uniminuto.edu">repository.uniminuto.edu</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                         | <1 % |
| 22 | CONSULTORA AMBIENTAL FORESTAL E & L E.I.R.L.. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego en la Localidad de Quiñasi-IGA0013092", R.D.G. N° 436-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021<br>Publicación | <1 % |
| 23 | <a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                         | <1 % |
| 24 | Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego 2025<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                       | <1 % |
| 25 | Submitted to Universidad Tecnológica del Peru<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                              | <1 % |
| 26 | <a href="http://repositorio2.eesppsantarosacusco.edu.pe">repositorio2.eesppsantarosacusco.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                           | <1 % |
| 27 | Submitted to Universidad Católica Boliviana "San Pablo"<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                    | <1 % |
| 28 | <a href="http://oa.upm.es">oa.upm.es</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                       | <1 % |
| 29 | <a href="http://talents.studysmarter.co.uk">talents.studysmarter.co.uk</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                     | <1 % |
| 30 | <a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                         | <1 % |

[repository.ucc.edu.co](http://repository.ucc.edu.co)



Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez  
DNI: 16690047  
Asesor

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 31 | Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                                          | <1 % |
| 32 | Egoavil, Fabiola Abigail Delgado   Ortiz, Fernando Lionel Fernandez. "Estudio de Factibilidad de un Proyecto Inmobiliario de Departamentos para Venta en el Distrito de San Isidro-Lima", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru)<br>Publicación | <1 % |
| 33 | dspace.usc.es<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                         | <1 % |
| 34 | repositorio.ucv.edu.pe<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                | <1 % |
| 35 | Submitted to Universidad de San Martín de Porres<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                  | <1 % |
| 36 | dspace.espol.edu.ec<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                   | <1 % |
| 37 | www.coursehero.com<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                    | <1 % |
| 38 | #N/A. "Plan de Cierre y Abandono de la Mini-Central Hidroeléctrica de Chalhuanca-IGA0011419", R.D. N° 011-2017-DREM-GR. APURIMAC , 2020<br>Publicación                                                                                                                      | <1 % |
| 39 | ING.RICHARD J. ORIZANO ALCEDO. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario del Distrito de Ninacaca-IGA0005409", R.A. N° 077-2017-HMPP/A, 2020<br>Publicación                                                                                                                       | <1 % |
| 40 | repositorio.uni.edu.pe<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                | <1 % |
| 41 | tesis.usat.edu.pe<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                     | <1 % |
| 42 | alicia.concytec.gob.pe<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                | <1 % |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez  
DNI: 16690047  
Asesor



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Carlos Frontado Romero  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: APLICACIÓN DEL BIM PARA OPTIMIZAR EL COSTO Y PLAZO DE ...  
Nombre del archivo: IC\_V\_2024\_053-INFORME\_FINAL-CARLOS\_FRONTADO\_2.pdf  
Tamaño del archivo: 14.57M  
Total páginas: 231  
Total de palabras: 35,366  
Total de caracteres: 213,482  
Fecha de entrega: 17-jul-2026 08:22a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2999268495



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS**

Aplicación del BIM para optimizar el costo y plazo de ejecución en obras  
de pavimentación en la ciudad de Chiclayo

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**Autor:**  
Bach. Carlos Enrique Frontado Romero

**Asesor:**  
Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez

Lambayeque, Perú  
2026



Msc. Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez  
DNI: 16690047  
Asesor

## **Dedicatoria**

Dedico la presente tesis a Dios, por brindarme salud, fortaleza y perseverancia para alcanzar esta importante meta académica.

A mis padres, Ramón y Ethel, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante a lo largo de mi formación profesional.

A mis hermanos, Bruno y Luana, quienes fueron el principal impulso para seguir adelante durante el desarrollo de este importante proyecto y culminar esta etapa de mi vida.

Frontado Romero, Carlos Enrique

## **Agradecimiento**

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por guiarme y brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar la culminación de la presente tesis.

Asimismo, agradezco a mi familia por su apoyo, comprensión y constante aliento durante este importante proceso académico, pues este logro también les pertenece.

Frontado Romero, Carlos Enrique

## Índice

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumen.....                                                                                  | 19 |
| Abstract.....                                                                                 | 20 |
| Introducción.....                                                                             | 21 |
| I. Diseño Teórico.....                                                                        | 24 |
| 1.1. Antecedentes .....                                                                       | 24 |
| 1.2. Base teórica .....                                                                       | 28 |
| 1.3. Operacionalización de variables .....                                                    | 35 |
| II. Diseño Metodológico .....                                                                 | 37 |
| 2.1 Tipo de investigación .....                                                               | 37 |
| 2.2 Procedimiento a seguir en la investigación.....                                           | 38 |
| Fase I: Recopilación y análisis de información técnica de los expedientes<br>originales ..... | 38 |
| Fase II: Modelamiento tridimensional de los expedientes técnicos mediante<br>BIM .....        | 38 |
| Fase III: Determinación y comparación de metrados obtenidos mediante BIM<br>.....             | 39 |
| Fase IV: Evaluación de la variación económica mediante BIM.....                               | 39 |
| Fase V: Evaluación del plazo de ejecución y detección de interferencias.....                  | 40 |
| Fase VI: Elaboración del cronograma optimizado mediante BIM.....                              | 41 |
| 2.3 Población (unidad de análisis), muestra y técnica de muestreo .....                       | 41 |
| Población.....                                                                                | 41 |
| Muestra.....                                                                                  | 41 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....                                | 43 |
| 2.4.1 Técnicas de recolección de información .....                                            | 43 |
| 2.4.2 Instrumentos .....                                                                      | 43 |
| 2.5 Equipos y materiales .....                                                                | 44 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.6 Aspectos éticos de la investigación .....                                                                          | 44  |
| III. Resultados .....                                                                                                  | 45  |
| 3.1 Modelado de los expedientes técnicos en obras de pavimentación en la ciudad de Chiclayo.....                       | 45  |
| 3.2 Determinación de los metrados de obra mediante modelado BIM y comparación con el expediente técnico original ..... | 61  |
| 3.3 Cálculo de la variación del costo entre el expediente técnico original y el costo optimizado mediante BIM.....     | 75  |
| 3.4. Evaluar la variación del plazo de ejecución del expediente técnico original vs. el plazo optimizado con BIM.....  | 88  |
| 3.5. Detectar las interferencias no identificadas en el expediente técnico original                                    | 99  |
| 3.6. Proponer un cronograma de ejecución de obra optimizado .....                                                      | 118 |
| IV. Discusión.....                                                                                                     | 128 |
| Conclusiones .....                                                                                                     | 133 |
| Recomendaciones .....                                                                                                  | 135 |
| Referencias.....                                                                                                       | 136 |
| Anexos .....                                                                                                           | 141 |

## Índice de tablas

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables .....                                                                                                                         | 36 |
| <b>Tabla 2.</b> Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – La Victoria .....                                                     | 62 |
| <b>Tabla 3.</b> Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – Túpac Amaru .....                                                     | 63 |
| <b>Tabla 4.</b> Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – Av. Pedro Cieza de León.....                                          | 65 |
| <b>Tabla 5.</b> Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas –urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz.....         | 67 |
| <b>Tabla 6.</b> Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz .....           | 69 |
| <b>Tabla 7.</b> Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo .....         | 71 |
| <b>Tabla 8.</b> Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas –av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo .....      | 73 |
| <b>Tabla 9.</b> Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria .....                                                                       | 76 |
| <b>Tabla 10.</b> Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- Túpac Amaru .....                                                                      | 77 |
| <b>Tabla 11.</b> Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM -Av. Pedro Cieza de León.....                                                           | 79 |
| <b>Tabla 12.</b> Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz.....                         | 81 |
| <b>Tabla 13.</b> Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz .....                            | 83 |
| <b>Tabla 14.</b> Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo.....                           | 84 |
| <b>Tabla 15.</b> Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM–av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo .....                       | 86 |
| <b>Tabla 16.</b> Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado– La Victoria.....                                             | 89 |
| <b>Tabla 17.</b> Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado- Túpac Amaru.....                                             | 90 |
| <b>Tabla 18.</b> Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado-Av. Pedro Cieza de León.....                                  | 91 |
| <b>Tabla 19.</b> Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado–urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz ..  | 93 |
| <b>Tabla 20.</b> Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado– Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz .....  | 94 |
| <b>Tabla 21.</b> Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado– av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo.     | 96 |
| <b>Tabla 22.</b> Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado–av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo.. | 97 |

## Índice de figuras

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de La Victoria.....                                                                                                                                                                                                                                       | 46 |
| <b>Figura 2.</b> Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de P.J. Túpac Amaru y Ampliación Túpac Amaru.....                                                                                                                                                                                                         | 47 |
| <b>Figura 3.</b> Detalle de armadura en los elementos sardinel realizado en el modelado del expediente técnico de P.J. Túpac Amaru y Ampliación Túpac Amaru.....                                                                                                                                                                                                        | 48 |
| <b>Figura 4.</b> Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el P.J. Túpac Amaru y Ampliación Túpac Amaru”. .....                                                                                                                                                                             | 48 |
| <b>Figura 5.</b> Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico en mención.....                                                                                                                                                                                                                                           | 50 |
| <b>Figura 6.</b> Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. Pedro Cieza de León entre la Av. 09 de octubre y la Av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque” .....                                                                    | 50 |
| <b>Figura 7.</b> Detalle de armadura en los elementos muro de contención realizado en el modelado del presente expediente técnico .....                                                                                                                                                                                                                                 | 51 |
| <b>Figura 8.</b> Detalle de armadura en los elementos puente realizado en el modelado del presente expediente técnico .....                                                                                                                                                                                                                                             | 52 |
| <b>Figura 9.</b> Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque.....                                                                                                                                 | 54 |
| <b>Figura 10.</b> Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque” .....                                                                                              | 54 |
| <b>Figura 11.</b> Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque.....                                                                                                                                             | 56 |
| <b>Figura 12.</b> Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque” .....                                                                                                                                                                 | 56 |
| <b>Figura 13.</b> Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico del pueblo joven Víctor Raúl haya de la torre del distrito de la victoria.....                                                                                                                                                                           | 58 |
| <b>Figura 14.</b> Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl haya de la torre del distrito de la victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque” ..... | 58 |
| <b>Figura 15.</b> Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de la avenida colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa .....                                                                                                                                                                            | 60 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 16.</b> Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque” ..... | 60 |
| <b>Figura 17.</b> Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria .....                                                                                                                                                                                             | 62 |
| <b>Figura 18.</b> Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – Túpac Amaru .....                                                                                                                                                                                            | 64 |
| <b>Figura 19.</b> Gráfico de barras comparativo de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – Av. Pedro Cieza de León.....                                                                                                                                                               | 66 |
| <b>Figura 20.</b> Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz.....                                                                                                                                               | 68 |
| <b>Figura 21.</b> Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz.....                                                                                                                                                   | 70 |
| <b>Figura 22.</b> Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo .....                                                                                                                                                | 72 |
| <b>Figura 23.</b> Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo .....                                                                                                                                            | 74 |
| <b>Figura 24.</b> Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria.....                                                                                                                                                                                        | 76 |
| <b>Figura 25.</b> Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– Túpac Amaru.....                                                                                                                                                                                        | 78 |
| <b>Figura 26.</b> Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- Av. Pedro Cieza de León.....                                                                                                                                                                            | 79 |
| <b>Figura 27.</b> Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM-urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz.....                                                                                                                                           | 81 |
| <b>Figura 28.</b> Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz .....                                                                                                                                             | 83 |
| <b>Figura 29.</b> Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo .....                                                                                                                                           | 85 |
| <b>Figura 30.</b> Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM-av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo .....                                                                                                                                        | 87 |
| <b>Figura 31.</b> Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria.....                                                                                                                                                                      | 89 |
| <b>Figura 32.</b> Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM- Túpac Amaru .....                                                                                                                                                                     | 90 |
| <b>Figura 33.</b> Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM-Av. Pedro Cieza de León .....                                                                                                                                                          | 92 |
| <b>Figura 34.</b> Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM–urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz....                                                                                                                          | 93 |
| <b>Figura 35.</b> Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM– Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz .....                                                                                                                           | 95 |
| <b>Figura 36.</b> Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM– av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo ..                                                                                                                            | 96 |
| <b>Figura 37.</b> Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM–av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo....                                                                                                                        | 98 |

|                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 38.</b> Detección de interferencia entre caja de succión de drenaje pluvial y buzón mediante Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-15) .....                                                     | 100 |
| <b>Figura 39.</b> Interferencia detectada entre poste y rampa de acceso peatonal mediante Navisworks (Ver Anexo – Código de interferencia: I-02).....                                                                    | 100 |
| <b>Figura 40.</b> Interferencia detectada entre poste y estructura de pavimento mediante Navisworks (Ver Anexo – Código de interferencia: I-03).....                                                                     | 101 |
| <b>Figura 41.</b> Interferencia detectada entre poste y estructura de pavimento (Ver Anexo – Código de interferencia: I-14) .....                                                                                        | 101 |
| <b>Figura 42.</b> Interferencia entre poste existente y estructura de pavimento en el modelo BIM desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-34).....                                            | 102 |
| <b>Figura 43.</b> Interferencia entre poste y rampa de acceso peatonal, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-13) .....                                    | 103 |
| <b>Figura 44.</b> Interferencia entre poste existente y paquete estructural de pavimento, identificada en el modelo desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-01).....                         | 103 |
| <b>Figura 45.</b> Interferencia entre rampa proyectada y poste, identificada en el entorno tridimensional de Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-30).....                                                | 104 |
| <b>Figura 46.</b> Interferencia entre buzones y pavimento proyectado, identificada en el entorno tridimensional de Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-52). .....                                        | 105 |
| <b>Figura 47.</b> Interferencia entre poste y pavimento proyectado, identificada en el modelo desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-28) .....                                              | 105 |
| <b>Figura 48.</b> Interferencia entre rampa y tapa superior del canal existente, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-40) .....                           | 106 |
| <b>Figura 49.</b> Interferencia entre tramo final de rampa y borde superior de pantalla de muro de contención, identificada en el entorno tridimensional de Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-35)..... | 106 |
| <b>Figura 50.</b> Interferencia entre muro de contención y muro de gravedad que sostiene el puente proyectado, identificada en el modelo desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-31) .....   | 107 |
| <b>Figura 51.</b> Interferencia entre propuesta de puente y relieve del pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-47).....               | 107 |
| <b>Figura 52.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente el pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-001).....                | 109 |
| <b>Figura 53.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-006) .....         | 109 |
| <b>Figura 54.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-012) .....         | 110 |
| <b>Figura 55.</b> Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-026).....            | 110 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 56.</b> Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-036).....                                                                   | 111 |
| <b>Figura 57.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente el pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-047).....                                                                       | 111 |
| <b>Figura 58.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, obstruye el cruce proyectado y colisiona con sardinel proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-02)..... | 113 |
| <b>Figura 59.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-04) .....                                                                  | 113 |
| <b>Figura 60.</b> Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-07).....                                                                     | 114 |
| <b>Figura 61.</b> Interferencia entre el poste colisiona con sardinel proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-10) .....                                                                                 | 114 |
| <b>Figura 62.</b> Interferencia entre el poste obstruye el acceso peatonal hacia la rampa proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-02) .....                                                             | 116 |
| <b>Figura 63.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-03) .....                                                                  | 116 |
| <b>Figura 64.</b> Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-08).....                                                                     | 117 |
| <b>Figura 65.</b> Interferencia entre el poste invade parcialmente el pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-13).....                                                                        | 117 |
| <b>Figura 66.</b> Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado– La Victoria.....                                                                                                                                           | 120 |
| <b>Figura 67.</b> Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- Túpac Amaru.....                                                                                                                                           | 121 |
| <b>Figura 68.</b> Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- Av. Pedro Cieza de León.....                                                                                                                               | 122 |
| <b>Figura 69.</b> Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz                                                                                                  | 123 |
| <b>Figura 70.</b> Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz .....                                                                                                | 124 |
| <b>Figura 71.</b> Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl haya de la torre .....                                                | 126 |
| <b>Figura 72.</b> Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- avenida colectora entre la av. las Américas y la calle Santa                                                                                               | 127 |

## Resumen

Este estudio tuvo como objetivo general aplicar la metodología BIM para optimizar el costo y el plazo de ejecución en obras de pavimentación en la ciudad de Chiclayo. El estudio fue de tipo aplicado y de alcance descriptivo, orientado a evaluar las variaciones técnicas, económicas y temporales generadas mediante la utilización de herramientas BIM en expedientes técnicos de infraestructura vial urbana. Las obras de pavimentación de la ciudad de Chiclayo conformaron la población, de las cuales siete expedientes técnicos desarrollados en los distritos de Chiclayo, La Victoria y José Leonardo Ortiz constituyeron la muestra de estudio. El procedimiento metodológico incluyó la revisión documental de los expedientes técnicos originales y el desarrollo de modelos digitales utilizando Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit y Autodesk Navisworks Manage. A partir de dichos modelos se realizaron metrados automatizados, comparación de costos, evaluación de plazos de ejecución, detección de interferencias y elaboración de cronogramas optimizados mediante simulación 4D. El análisis de datos se basó en la comparación de los resultados obtenidos mediante el enfoque convencional con los derivados de la metodología BIM. Los resultados evidenciaron diferencias considerables en los metrados y costos de diversas partidas, principalmente en pavimentos, concreto, excavaciones, rampas y sardineles. Asimismo, se identificaron interferencias no previstas en los expedientes técnicos originales, relacionadas con postes, buzones, rampas y estructuras de pavimento. En cuanto al plazo de ejecución, varios proyectos presentaron reducciones en la duración total gracias a una mejor secuenciación de actividades y coordinación constructiva. En conclusión, la metodología BIM mejoró la precisión de los metrados, optimizó los costos y fortaleció la planificación temporal de las obras, lo que permitió una gestión más eficiente y redujo los riesgos de sobrecostos, retrasos e incompatibilidades durante la ejecución.

**Palabras clave:** Metodología BIM, obras de pavimentación, costos, cronogramas.

### **Abstract**

The general objective of this study was to apply the BIM methodology to optimize the cost and execution time of pavement projects in the city of Chiclayo. The research was applied in nature and descriptive in scope, aimed at evaluating the technical, economic, and time-related variations generated through the use of BIM tools in the technical design documents of urban road infrastructure projects. The study population consisted of pavement projects in the city of Chiclayo, from which seven technical design documents developed in the districts of Chiclayo, La Victoria, and José Leonardo Ortiz were selected as the study sample. The methodological procedure included a documentary review of the original technical design documents and the development of digital models using Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit, and Autodesk Navisworks Manage. Based on these models, automated quantity takeoffs, cost comparisons, execution schedule evaluations, clash detection, and the development of optimized schedules through 4D simulation were carried out. Data analysis was based on comparing the results obtained using the conventional approach with those derived from the BIM methodology. The findings revealed significant differences in quantity takeoffs and costs for several work items, particularly pavement, concrete, excavation, curb ramps, and curbs. In addition, unforeseen clashes were identified in the original technical design documents, mainly involving utility poles, manholes, curb ramps, and pavement structures. Regarding the execution schedule, several projects showed reductions in overall project duration due to improved activity sequencing and construction coordination. In conclusion, the BIM methodology improved the accuracy of quantity takeoffs, optimized project costs, and enhanced construction scheduling, resulting in more efficient project management and reducing the risks of cost overruns, delays, and design conflicts during project execution.

**Keywords:** BIM methodology, pavement projects, cost, schedules.

## Introducción

En los últimos años, la ejecución de obras públicas en el Perú enfrentó serias dificultades relacionadas con deficiencias en la planificación, ampliaciones de plazo, sobrecostos y paralización de proyectos, situación que limitó el desarrollo de infraestructura básica y afectó la eficiencia del gasto público. Estas problemáticas se presentaron con mayor frecuencia en proyectos de infraestructura vial, donde la falta de coordinación entre las diferentes especialidades, los errores en los expedientes técnicos y la identificación tardía de incompatibilidades generaron modificaciones durante la ejecución, incrementando los costos y prolongando los tiempos de entrega de las obras.

De acuerdo con la Contraloría General de la República (2024), el 36,5 % de las obras públicas paralizadas correspondió a proyectos ejecutados por el Gobierno Nacional, el 41,2 % se encontró bajo responsabilidad de los gobiernos regionales y el 20,2 % perteneció a los gobiernos locales. En conjunto, estas obras representaron una inversión superior a S/ 43 555 millones comprometida sin generar los beneficios esperados para la población. Entre las principales causas de paralización destacaron el incumplimiento contractual, la insuficiencia de recursos financieros y las deficiencias en la planificación y gestión de los proyectos. Del mismo modo, Noe et al. (2020) sostuvieron que la inadecuada planificación inicial y la limitada aplicación de herramientas tecnológicas durante el desarrollo de los proyectos favorecieron la aparición de ampliaciones de plazo y sobrecostos, afectando la eficiencia de la inversión pública y la confianza de la ciudadanía en la gestión estatal.

Esta realidad también se evidenció en la región Lambayeque y, particularmente, en la ciudad de Chiclayo, donde diversas obras de pavimentación presentaron retrasos, modificaciones presupuestales y dificultades durante su ejecución. Estas deficiencias repercutieron directamente en la movilidad urbana, incrementaron los costos de construcción y retrasaron la puesta en servicio de la infraestructura vial, afectando la calidad de vida de la población y limitando el desarrollo económico local. Asimismo, las paralizaciones generaron pérdidas económicas para las entidades públicas y empresas contratistas, redujeron las oportunidades de empleo y ocasionaron un uso ineficiente de los recursos públicos destinados a la infraestructura.

Frente a esta problemática, la metodología Building Information Modeling (BIM)

se constituyó como una alternativa tecnológica orientada a optimizar la planificación, el diseño, la ejecución y el control de proyectos de construcción mediante el desarrollo de modelos digitales integrados que permitieron gestionar de manera coordinada la información técnica, económica y temporal de las obras. Su aplicación facilitó la detección temprana de interferencias entre especialidades, mejoró la precisión de los metrados, fortaleció el control de costos y permitió simular cronogramas de ejecución antes del inicio de la construcción, reduciendo considerablemente los riesgos de modificaciones durante la ejecución.

En ese contexto, surgió la necesidad de analizar el potencial de la metodología BIM como herramienta para optimizar la ejecución de obras de pavimentación en la ciudad de Chiclayo. En consecuencia, la investigación buscó responder la siguiente interrogante: ¿En qué medida la aplicación de la metodología BIM optimizó el costo y el plazo de ejecución en obras de pavimentación en la ciudad de Chiclayo? Esta investigación se desarrolló dentro de la línea de investigación vinculada con la gestión y ejecución de proyectos de infraestructura en ingeniería civil, contribuyendo a la incorporación de herramientas digitales orientadas a mejorar la eficiencia de la inversión pública.

La justificación de la investigación se sustentó desde diversas perspectivas. Desde el punto de vista teórico, el estudio contribuyó al fortalecimiento del conocimiento relacionado con la aplicación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura vial, proporcionando evidencia sobre sus beneficios en la optimización de costos y plazos de ejecución. Desde la perspectiva práctica, los resultados permitieron demostrar la utilidad del modelamiento digital para identificar interferencias, optimizar metrados, mejorar la programación de actividades y reducir las desviaciones presupuestales y temporales presentes en los expedientes técnicos convencionales. En el aspecto metodológico, la investigación empleó herramientas especializadas como Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit y Autodesk Navisworks Manage para desarrollar modelos tridimensionales, realizar simulaciones 4D y 5D, efectuar análisis de interferencias y comparar los resultados obtenidos con los expedientes técnicos originales, generando un procedimiento técnico que podría servir como referencia para futuras investigaciones y proyectos similares. Finalmente, desde la perspectiva social, la implementación de BIM contribuyó al uso eficiente de los recursos públicos, favoreció la ejecución oportuna de las obras de pavimentación y mejoró las condiciones de transitabilidad y movilidad urbana, generando

beneficios directos para la población de la ciudad de Chiclayo.

En función de ello, la investigación tuvo como objetivo general aplicar la metodología BIM para optimizar el costo y el plazo de ejecución en obras de pavimentación en la ciudad de Chiclayo. Para alcanzar este propósito, se plantearon como objetivos específicos: modelar los expedientes técnicos de las obras de pavimentación mediante BIM; determinar los metrados obtenidos con el modelamiento BIM y compararlos con los del expediente técnico original; calcular la variación entre el costo del expediente técnico y el costo optimizado mediante BIM; evaluar la variación entre el plazo de ejecución original y el plazo optimizado; detectar las interferencias no identificadas en los expedientes técnicos originales; y proponer un cronograma optimizado que contribuyera al cumplimiento eficiente de los plazos de ejecución.

El presente informe de investigación se estructuró en cuatro capítulos. El Capítulo I desarrolló el diseño teórico de la investigación, donde se presentaron los antecedentes, las bases teóricas, las definiciones conceptuales y la operacionalización de las variables. El Capítulo II correspondió al diseño metodológico, describiendo el tipo y diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de información, el procedimiento metodológico y los aspectos éticos considerados en el estudio. El Capítulo III presentó los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología BIM en las obras de pavimentación analizadas, organizados de acuerdo con los objetivos específicos planteados. El Capítulo IV desarrolló la discusión de los resultados, contrastando los hallazgos con los antecedentes y fundamentos teóricos de la investigación. Finalmente, se presentaron las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos que respaldaron el desarrollo del estudio.

## **I. Diseño Teórico**

### **1.1. Antecedentes**

#### ***1.1.1. Antecedentes internacionales***

Flores (2023) tuvo como propósito implementar la metodología BIM en un proyecto de infraestructura, concretamente en la edificación de una carretera con longitud de 2.0 km, que ya está prediseñada en formato CAD (2D). Esta iniciativa busca gestionar la información de manera colaborativa a través de diversas herramientas informáticas. Se llevó a cabo un modelado tridimensional de las vías y las obras complementarias, que incluyen bordillos, drenajes transversales y señalización, utilizando el software Istram. Además, la aplicación Navisworks incorporó toda la información para planificar en términos económicos (5D) y temporales (4D), lo que posibilitó una representación realista de la obra proyectada. Los resultados muestran que el uso de BIM facilitó la anticipación de detalles de la obra, la identificación temprana de errores y la creación de un cronograma más preciso. De igual manera, dicho método posibilitó que la estimación del presupuesto fuera más precisa, lo cual optimizó los recursos y mejoró la eficiencia en el manejo del proyecto. Esto ayudó a que la competitividad y productividad se incrementaran de manera considerable.

Marín y Moyano (2023) investigaron ampliamente las nuevas metodologías de seguimiento y control desarrolladas en el ámbito de la ingeniería, con el objetivo de evaluar su eficacia mediante un proceso comparativo entre las metodologías tradicionales y las de Building Information Modeling (BIM), utilizando el caso de estudio "La Flora". Este proyecto se centra en el análisis de la quinta dimensión, conocida como control de costos, a través de la elaboración del diseño tridimensional de un tramo vial (CIV) en el software Revit, la exportación de las cantidades requeridas y el uso de Navisworks para analizar tiempos, cantidades y costos. De este modo, se logró un análisis comparativo de las variables en relación con la obra ejecutada. Finalmente, al revisar los beneficios que ofrece BIM en el proceso de ejecución de proyectos, se busca establecer un paralelo entre las ganancias obtenidas y la necesidad de implementar este modelo para el desarrollo de licitaciones públicas. La comparación de resultados entre la metodología tradicional y BIM generó una ganancia del 7% en el caso de estudio del CIV. Si esta metodología se

aplicara a todo el proyecto, se podría alcanzar un valor de \$159.994.696 M/CTE en todo el proceso de ejecución, logrando mejores tiempos y modificaciones en marcha en esta etapa. La brecha entre los períodos de ejecución del trabajo con la metodología tradicional en La Flora fue del 28%, con un contraste de 91 días, lo que demuestra cómo BIM mejora la planificación de la ejecución, considerando el desempeño de los recursos humanos y la exactitud en los lapsos de construcción.

Echeverry et al. (2022) implementaron la metodología BIM y brindaron información relevante sobre su origen y cómo ha revolucionado la aplicación ingenieril en la creación y edificación de obras viales. Para realizar un proyecto de ese tipo, es fundamental garantizar una integración eficaz y eficiente de cada una de las etapas del proceso. La digitalización y la tecnología se emplean actualmente en actividades que anteriormente demandaban más tiempo y recursos, como la topografía y el dibujo, lo que permite un mayor control y precisión, minimizando los riesgos de sobrecostos o problemas durante la ejecución. En esta ocasión, el diseño de una cancha polivalente para diferentes deportes se realizó mediante la metodología BIM, empleando el programa Revit de Autodesk para modelar las instalaciones. Se realizaron trabajos de campo para elaborar los planos y se consideraron todos los aspectos de una construcción civil, los elementos de una construcción civil, como son las partes eléctricas, arquitectónicas, estructurales, hidráulicas y sanitarias. Después de modelar en Revit, se elaboró el presupuesto y se realizó la programación usando Project, además de manuales para la supervisión y la seguridad ocupacional. Al finalizar el estudio, se concluyó que los modelos digitales representan una forma rápida, eficiente y económica de optimizar los procesos en ingeniería, examinar aspectos como materiales, dimensiones y áreas en cualquier instante. Esto optimiza la eficacia de lo diseñado y su implementación en la construcción. La modelación mediante Revit permite ver los detalles constructivos, la determinación de las proporciones de obra y la distribución de las zonas; y también permite ajustar materiales o dimensiones para mejorar el resultado final.

### ***1.1.2. Antecedentes nacionales***

Banda (2023) propuso aplicar la metodología Building Information Modeling (BIM) en el diseño vial urbano de la calle Jr. Jesús Alberto Miranda, ubicada en Moyobamba, San Martín, en 2023. Para evaluar la viabilidad del diseño, se llevó a cabo

un proceso de familiarización con diversos softwares BIM, incluyendo Infracore, Autodesk Revit, Civil 3D y Revit, comenzando con las versiones más básicas y analizando las características de cada uno. Los resultados indicaron que el enfoque BIM no solo promueve un desarrollo fluido del proyecto vial a través de sus múltiples etapas, sino que también facilita la selección entre diversas alternativas. Este modelo de diseño vial requiere una comunicación eficaz con todos los participantes para optimizar el proceso, garantizando así una ejecución más rápida, costos reducidos, un adecuado manejo de recursos y un producto final de calidad. Además, el uso de BIM permite identificar y corregir errores en tiempo real. Para asegurar un resultado final de alta calidad, se validaron los resultados utilizando Civil 3D, Infracore y Revit, que son elementos BIM.

Regalado (2024) analizó cómo se gestionaba la construcción en un trabajo de pavimentación, comparando el enfoque tradicional en la ciudad de Chota con la metodología BIM. Se escogieron dos proyectos de pavimentación como muestra. El proyecto de pavimentación de la "Jr. utilizó BIM. Fray José Arana C1", con un costo aproximado de S/ 609,701.45, una superficie de pavimento rígido de 1246.60 m<sup>2</sup> y una duración estimada de 60 días. El proyecto de control fue la pavimentación del "Jr. como referencia. Francisco Cadenillas, con un área de pavimento rígido de 749 m<sup>2</sup> y una duración de 45 días, tiene un valor referencial de S/ 401,969.32. Los hallazgos indicaron que el empleo de BIM brindó más exactitud en la creación de cronogramas, presupuestos, planos y metrados. Específicamente, el presupuesto calculado con BIM (S/600,927.27) fue más aproximado al costo real (S/599,758.82) que el estimado con el método tradicional (S/609,710.45). La administración a través de BIM ofreció beneficios notables, superando la metodología tradicional en cuanto a la satisfacción de las tres limitaciones (tiempo, costo y alcance). Los índices de productividad del proyecto administrado con BIM fueron más elevados, alcanzando un 103.38% de efectividad comparado con el 84.91% del método tradicional, a pesar de que el proyecto tradicional se terminó ocho días después de lo previsto. Para concluir, la incorporación de BIM a obras de pavimentación demuestra mejoras notables en la gestión y eficiencia del proyecto.

Puentes (2021) se centró en la implementación del método BIM en instituciones del estado, como gobiernos a nivel regional y municipal, con el objetivo de aplicarla en la etapa de diseño para anticipar incompatibilidades y ofrecer soluciones a tiempo. Los

errores que suelen ocurrir al elaborar expedientes de manera convencional pueden resultar en costos imprevistos y extensiones de plazo. El propósito de esta investigación fue optimizar el diseño geométrico del pavimento flexible en las zonas 2 y 3 de Los Milagros, Yura, Arequipa, a través de la metodología BIM. En la primera fase, los lineamientos de diseño se definieron conforme a la normativa DG-2018 y a las guías del MTC, antes de implementar BIM y sus herramientas correspondientes. Como resultado, se detectó una deficiencia en los metrados que no había sido identificada previamente, lo que ocasionó un sobrecosto de S/. 227,003.51. También se identificaron interferencias antes de iniciar el proyecto, lo que mejoró la programación y permitió resolver discrepancias entre el expediente y el terreno. En las conclusiones, se destacó la relevancia de adoptar BIM en el modelado de infraestructuras viales, pues esto mejoraría la calidad, reduciría la corrupción en el sector y alinearía los proyectos con las tendencias actuales de la construcción.

### ***1.1.3. Antecedentes locales***

Abad (2024) buscó establecer la asociación entre la herramienta BIM y la administración de información en una constructora ubicada en Chiclayo, evaluando su trascendencia como mecanismo tecnológico para futuros proyectos de este sector. Cabe mencionar que se utilizará un enfoque cuantitativo no experimental de diseño descriptivo-correlacional, asimismo, se busca aportar al conocimiento científico sobre la eficiencia que BIM genera desde el diseño hasta la construcción. Finalmente, la correlación entre las variables en estudio que ha sido calculada con el coeficiente de Spearman, resultó ser alta y directa (0.77), demostrando que la herramienta en mención impacta considerablemente en el manejo de información colaborativa en proyectos de construcción y de la misma manera, en su costo y plazo.

A continuación, Gómez (2021) tuvo como objetivo general proponer la implementación de la metodología BIM para optimizar la planificación y productividad en proyectos del sector construcción en la ciudad de Chiclayo. Cabe mencionar que se utilizó un enfoque cuantitativo, de nivel aplicado y diseño no experimental. Asimismo, la muestra consistió en un determinado proyecto de construcción en el que se comparó el método BIM con métodos tradicionales. Como principal resultado, se observó que BIM permitió una estimación más precisa de metrados y una mejor sectorización del proyecto, mejorando la planificación y detectando incompatibilidades. Finalmente, se concluyó que

el costo de implementación de BIM es bajo en comparación con el costo total del proyecto, generando buenas ganancias al mejorar la eficiencia en la ejecución constructiva.

Posteriormente, Olorte y Visag (2021), en Chiclayo, se propusieron definir cómo la tecnología BIM impactaba en el diseño de una casa multifamiliar con cinco pisos. Es menester, mencionar que se utilizó un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y diseño no experimental, utilizando la técnica de revisión documental con fichas de observación como instrumento. Además, los resultados indicaron que el uso de tecnologías BIM minimizó en un 37 % el plazo para preparar entregables, mejoró en un 12 % la cuantificación y permitió detectar anticipadamente 197 interferencias, evitando costos durante el trayecto de su implementación. Finalmente, se concluyó que el uso de tecnología mencionada en la fase de diseño mejora considerablemente la eficiencia en la planificación y construcción de obras.

## **1.2. Base teórica**

### ***1.2.1. BIM***

#### **1.2.1.1. Definición**

La metodología Building Information Modeling (BIM) consiste en una serie de métodos novedosos para la planificación y documentación de proyectos viales; asimismo, su importancia radica en que son fundamentales para el progreso de un país. Este tipo de metodología es altamente adaptable y se puede aplicar en múltiples campos de la ingeniería civil, siendo las viviendas y edificaciones los sectores donde se observa el mayor avance en tecnología BIM. (Muñoz et al. 2022).

BIM es un enfoque para la gestión digital de datos en proyectos del sector construcción, que, a su vez, combina diseño, planificación y ejecución dentro de un contexto determinado. Es menester indicar que en esta metodología resalta la productividad en el manejo y la integración de las plataformas colaborativas. (Chica et al. 2023)

#### **1.2.1.2. Aplicación**

La aplicación del BIM en las prácticas constructivas potencia muchas ventajas al permitir una integración productiva entre los diferentes actores que conforman un

proyecto. Asimismo, al centralizar y gestionar la información en un modelo digital, BIM brinda facilidades para la coordinación entre reguladores, diseñadores y empresas constructoras, mejorando así, su organización. (Sánchez y Costa De Los Reyes, 2023).

En el ámbito de los proyectos de pavimentación, BIM ha demostrado su eficacia al optimizar la planificación y ejecución. Según el estudio de Sedano Huamán (2023), su aplicación en la carretera Imperial – Pampas permitió maximizar la productividad en las partidas de movimiento de tierras y mejorar la gestión de costos y plazos, consolidando su utilidad como una herramienta clave para obras de infraestructura vial.

#### **1.2.1.2. Metodología**

La metodología BIM (Building Information Modeling) es un proceso asociado que permite gestionar y optimizar toda la información del sector construcción durante su ciclo vital. Esta estrategia consiste en la elaboración y uso de un modelo digital tridimensional (3D), con mayor rendimiento a través de procesos constructivos más perdurables, utilizando menos recursos en comparación con las prácticas tradicionales. (Cunha et al., 2024).

La metodología del BIM es organizar y manejar la información del proyecto, por ello, para aplicarla, es fundamental identificar al personal clave que ejecutará las actividades del proyecto en estudio. Esta metodología debe implementarse desde el proceso de contratación, asegurando que la información se distribuya adecuadamente entre las diferentes áreas involucradas. Posteriormente, se crea la planificación y se asignan los costos de cada actividad. Cabe mencionar, que, el responsable del proyecto será el coordinador BIM, quien tendrá la función de mantener la comunicación entre todos los colaboradores (Bustamante et al., 2021).

#### **1.2.1.2. Herramientas**

- Civil 3D

Gálvez y Gálvez (2020) nos dice que, es un software de diseño acompañado por computadora (CAD) desarrollado por Autodesk, enfocado principalmente en la ingeniería civil y la topografía. Asimismo, facilita la creación de modelos digitales de terreno, el diseño de obras como carreteras, vías férreas, y la gestión de redes de servicios públicos para mejorar la precisión y eficiencia en proyectos de infraestructura.

- Navisworks

Medina (2023) lo define como un software de Autodesk que está diseñado para el sector de la construcción. También, se utiliza para coordinar, simular y analizar proyectos en 3D, facilitando la gestión y revisión de diseños de construcción e infraestructura de manera más eficiente. Por último, permite a los equipos de trabajo identificar conflictos, planificar cronogramas y simular procesos constructivos, lo que hace entender que reduce errores en los proyectos.

### ***1.2.2. Costos de ejecución de obras***

#### **1.2.2.1. Teorías**

La teoría del control de costos en obras públicas se basa en la mejora de la eficiencia en la asignación de los recursos. Los costos en proyectos de construcción pueden descontrolarse por diversos factores, como errores en el diseño, cambios imprevistos y mala planificación. Las técnicas tradicionales de estimación de costos no siempre contemplan todas las posibles contingencias, lo que puede llevar a sobrecostos significativos. En este contexto, BIM surge como una herramienta para mejorar la precisión en la estimación y seguimiento de costos (García, 2021).

#### **1.2.2.2. Costos de obra según reglamento**

El reglamento peruano para la ejecución de obras públicas, específicamente el Reglamento de la Ley General de Contrataciones Públicas, establece que los costos de las obras deben estar detallados y justificados en el expediente técnico (Ley N° 32069). Asimismo, dispone que los presupuestos consideren la descripción de las partidas, los metrados y los análisis de precios unitarios, entre otros aspectos técnicos. El uso de BIM facilita el cumplimiento de estos requerimientos al proporcionar datos precisos y actualizados sobre metrados y costos, lo que reduce el riesgo de desviaciones presupuestarias.

### ***1.2.3. Plazo de ejecución de obras***

#### **1.2.2.1. Teorías**

El plazo de ejecución de obras es un aspecto fundamental en la gestión de proyectos de construcción. Teorías de la planificación del proyecto, como la teoría de la cadena crítica de Goldratt, enfatizan la importancia de reducir la variabilidad en los tiempos de ejecución para evitar retrasos. Según esta teoría, los proyectos suelen enfrentar

demoras debido a la ineficiencia en la asignación de recursos y la falta de coordinación entre las partes involucradas. En este sentido, BIM ofrece un marco para la planificación detallada y la simulación de tiempos de ejecución, lo que permite prever retrasos y ajustar las fases de la obra de manera más efectiva (Monti, 2020).

#### **1.2.2.2. Plazo de ejecución según su reglamento**

El Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú establece que el plazo de ejecución de las obras públicas debe estar claramente definido en el expediente técnico y que cualquier modificación al cronograma original debe ser justificada y aprobada por las autoridades correspondientes (RNE, 2024). Las ampliaciones de plazos solo se autorizan en casos excepcionales, como circunstancias imprevisibles o cambios en el proyecto, y están sujetas a sanciones si no se gestionan adecuadamente. BIM permite optimizar estos plazos mediante la simulación y ajuste en tiempo real de las etapas del proyecto, lo que ayuda a cumplir con los tiempos estipulados en el expediente técnico original.

#### **1.2.4. Optimización de costo y plazo de ejecución**

##### **1.2.4.1. Teorías**

Para incrementar la eficiencia de los trabajos de infraestructura vial, optimizar costos y tiempos en las obras de pavimentación se ha vuelto indispensable. La metodología BIM ha resultado ser una herramienta fundamental en este ámbito, ya que posibilita una administración integral del proyecto. Según Gómez et al., (2023), BIM favorece la identificación de interferencias y optimiza la planificación de recursos, reduciendo considerablemente los sobrecostos y los tiempos de ejecución en proyectos de infraestructura vial.

La integración de BIM con metodologías como Lean Construction también ha demostrado un impacto positivo en proyectos de pavimentación. Según Limaylla (2024), la implementación conjunta de estas metodologías reduce el desperdicio de materiales y optimiza la secuencia de actividades, lo que resulta en una ejecución más eficiente y alineada con los cronogramas establecidos.

#### **1.2.4.2. Optimización según reglamento**

En el contexto peruano, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la Ley N.º 32069, Ley General de Contrataciones Públicas, establecen que los proyectos deben contar con una programación adecuada y un presupuesto coherente con los requerimientos del expediente técnico. La Guía Nacional BIM del Ministerio de Economía y Finanzas (2023) establece que el uso de BIM en proyectos públicos mejora la precisión en los costos estimados y permite una programación más realista. Esto resulta especialmente relevante en obras de pavimentación, donde las desviaciones de costos y plazos son comunes por causa de las condiciones climáticas y cambios en las especificaciones técnicas.

#### **1.2.4.3. Beneficios de la optimización mediante BIM**

- Reducción de sobrecostos

BIM permite identificar interferencias en las primeras etapas del diseño, reduciendo las probabilidades de cambios costosos durante la ejecución. Según Gómez et al., (2023), el análisis y la simulación temprana mediante BIM reducen las modificaciones en proyectos de pavimentación, logrando ahorros significativos.

- Cumplimiento de plazo

La simulación 4D en BIM permite visualizar el cronograma de obra en un entorno virtual, lo que facilita prever y mitigar retrasos. Para Limaylla (2024), esta funcionalidad es crucial en proyectos de pavimentación, donde la secuencia de actividades debe coordinarse cuidadosamente para evitar interrupciones.

- Mayor precisión en los metrados y presupuesto

El uso de modelos BIM garantiza datos precisos en los metrados y análisis de precios unitarios, lo que reduce la incertidumbre en los presupuestos iniciales. La Guía Nacional BIM (MEF, 2023) destaca que esta precisión es especialmente valiosa en proyectos de infraestructura vial, donde la variabilidad del terreno puede impactar considerablemente los costos.

#### **1.2.4.4. Aplicaciones**

El aplicar la metodología BIM en proyectos de pavimentación en Perú ha demostrado ser una herramienta eficaz para optimizar la planificación y ejecución de obras viales. Por ejemplo, Puentes y Dueñas (2021) realizó un estudio en la zona 2 y 3 de Los Milagros Yura en Arequipa, donde aplicó el BIM para optimizar el diseño geométrico del pavimento flexible. Esta implementación permitió detectar interrupciones previas a la puesta en marcha de la construcción, generando una baja de costos y una mejor programación de la obra. Además, se detectó un sobre costo de S/. 227,003.51 debido a metros mayores no previsto, lo que resalta la importancia de utilizar BIM para una planificación más precisa.

En otra investigación realizada por egresados de la Universidad Continental, se destacó la aplicación de BIM en proyectos de infraestructura vial en Perú. La investigación evidenció que la adopción de BIM permite una mejor coordinación entre disciplinas, menores fallas y optimización de recursos en proyectos de pavimentación. Además, se enfatizó la necesidad de formación y adaptación de los profesionales a fin de asegurar una implementación efectiva de BIM en el sector vial peruano (Cusirimay, 2022).

Por otro lado, el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú ha promovido el "Plan BIM Perú" como parte de la modernización y digitalización de la infraestructura pública. Este plan busca integrar la metodología BIM en proyectos de construcción, incluidos los de pavimentación, para mejorar la eficiencia y reducir costos en la ejecución de obras públicas. Esta iniciativa está alineada con los esfuerzos del gobierno para impulsar la adopción de tecnologías digitales en el sector de la construcción y mejorar la calidad de los proyectos viales en el país (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

Estos ejemplos evidencian cómo el BIM aplicado en proyectos de pavimentación en Perú contribuye a una planificación más precisa, disminución de gastos y optimización de la coordinación entre los diferentes actores involucrados en la construcción de infraestructuras viales.

#### **1.2.4.3. Metodología**

La metodología para implementar BIM en proyectos de pavimentación sigue un enfoque sistemático que incluye varias etapas clave, desde la recolección de datos iniciales hasta la entrega final del proyecto. Según los lineamientos establecidos por el Ministerio

de Economía y Finanzas (2023), el uso de BIM no debe integrar únicamente la gestión de la información, sino también el manejo de recursos, tiempo y costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La metodología comienza con la recolección de datos iniciales, donde se obtiene información técnica sobre el terreno, las condiciones del entorno y las características del proyecto. Esta etapa es crucial para crear un modelo BIM preciso y para identificar posibles interferencias o dificultades desde el inicio del proyecto. Según Gómez (2021), esta fase permite la integración de datos geoespaciales y la creación de modelos tridimensionales (3D) que sirven como base para el diseño y la planificación.

Una vez recolectados los datos, el siguiente paso es la creación del modelo BIM que incluye tanto el diseño geométrico como las especificaciones técnicas del pavimento y otras infraestructuras asociadas. Esta etapa permite una visualización detallada del proyecto, mejorando la comprensión de los equipos de trabajo sobre los detalles técnicos y los plazos de ejecución (Gómez, 2021).

Luego, se realiza la simulación 4D (integración de tiempo) y 5D (integración de costos) para evaluar el calendario de actividades y los presupuestos. Esta vinculación permite visualizar el avance del proyecto en el tiempo y detectar posibles retrasos o sobrecostos antes de la ejecución (Gómez, 2021). Sin embargo, Limaylla (2024), la simulación en 4D es clave para determinar la secuencia de actividades en proyectos de pavimentación, ya que permite detectar conflictos antes de que ocurran y ajustar el cronograma.

El siguiente paso es la detección de interferencias (clash detection), en la que se identifican conflictos entre disciplinas, como el diseño de pavimentos y las instalaciones de servicios. Esto se realiza mediante el uso de software especializado que verifica los modelos y facilita la resolución de estos conflictos antes de la ejecución de la obra. Gómez et al., (2023) destacan que este proceso reduce considerablemente los retrabajos y asegura la calidad del proyecto final.

Finalmente, la gestión en tiempo real y el monitoreo continuo son clave para la optimización de recursos y la coordinación de actividades en el sitio de obra. A medida que avanza la ejecución, el modelo BIM se actualiza constantemente para reflejar el progreso, permitiendo tomar decisiones informadas y ajustar el plan de trabajo cuando sea necesario. Esto asegura que el proyecto permanezca dentro de los límites presupuestarios

y temporales fijados.

### **1.3. Operacionalización de variables**

#### **Variable Independiente: Metodología BIM**

##### **Definición conceptual**

Metodología colaborativa para crear y gestionar modelos digitales multidimensionales de proyectos de construcción, integrando geometría, tiempos, costos y sostenibilidad (Arévalo y Soto, 2022).

##### **Definición operacional**

Se medirá mediante la aplicación de la metodología BIM utilizando Autodesk Civil 3D y Autodesk Navisworks Manage, considerando el modelado digital de los expedientes técnicos, la extracción de metrados y la detección de interferencias en las obras de pavimentación.

#### **Variable Dependiente: Optimización del costo y plazo**

##### **Definición conceptual**

Proceso de mejora en la planificación y ejecución de un proyecto para reducir costos y tiempos, manteniendo o mejorando la calidad y eficiencia en los resultados (RNE, 2024)

##### **Definición operacional**

Se medirá mediante la comparación entre el expediente técnico original y el modelo desarrollado con BIM, considerando la variación del costo y la variación del plazo de ejecución de las obras de pavimentación.

**Tabla 1***Operacionalización de variables*

| Variable                                                       | Definición Conceptual                                                                                                                                                                             | Dimensión                                                 | Indicador                                                        | Instrumento                                                                                                              | Escala de medición |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Variable Independiente:</b><br>Metodología BIM              | Metodología colaborativa para crear y gestionar modelos digitales multidimensionales de proyectos de construcción, integrando geometría, tiempos, costos y sostenibilidad (Arévalo y Soto, 2022). | Uso de las herramientas BIM<br>- Civil 3D<br>- Navisworks | - Extraer metrados del proyecto<br><br>- Detectar interferencias | -Modelado del proyecto mediante Civil 3D<br><br>-Análisis de interferencias con el software Navisworks Manager           | -De razón          |
| <b>Variable Dependiente:</b><br>Optimización del costo y plazo | Proceso de mejora en la planificación y ejecución de un proyecto para reducir costos y tiempos, manteniendo o mejorando la calidad y eficiencia en los resultados (RNE, 2024)                     | -Costo de la obra<br><br>-Plazo de la obra                | -Variación del costo<br><br>-Variación del plazo de ejecución    | -Costo del proyecto original- costo del proyecto con BIM<br><br>-Plazo del proyecto original- plazo del proyecto con BIM | -De razón          |

## **II. Diseño Metodológico**

### **2.1 Tipo de investigación**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se realizó la medición y comparación de variables relacionadas con los costos, metrados y plazos de ejecución de obras de pavimentación, utilizando datos numéricos obtenidos de los expedientes técnicos originales y de los modelos generados mediante la metodología BIM. Según Hernández y Mendoza (2018), el enfoque cuantitativo permite analizar fenómenos mediante la recopilación de datos medibles, con la finalidad de establecer diferencias, tendencias y comportamientos a partir de procedimientos sistemáticos.

Asimismo, la investigación fue de tipo aplicada, debido a que empleó conocimientos y herramientas tecnológicas existentes, específicamente la metodología BIM, para resolver una problemática concreta relacionada con la precisión de los metrados, estimación de costos, programación de actividades y detección de interferencias en obras de pavimentación urbana. De acuerdo con Sánchez y Reyes (2015), la investigación aplicada busca utilizar conocimientos científicos y técnicos para plantear soluciones prácticas frente a problemas identificados en un contexto determinado.

Respecto al alcance, el estudio fue de nivel descriptivo, debido a que permitió caracterizar y analizar las diferencias existentes entre los expedientes técnicos elaborados mediante métodos tradicionales y los resultados obtenidos mediante el modelamiento BIM. En este sentido, se evaluaron aspectos como variación de metrados, costos, plazos de ejecución e interferencias no identificadas inicialmente, con el propósito de determinar las ventajas técnicas del uso de BIM en la planificación de obras de pavimentación.

El diseño de investigación fue no experimental y comparativo, debido a que no se manipularon deliberadamente las variables de estudio, sino que se analizaron los expedientes técnicos tal como fueron elaborados originalmente, para posteriormente compararlos con los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología BIM. Según Hernández y Mendoza (2018), en los diseños no experimentales el investigador observa y analiza los fenómenos dentro de su contexto natural, sin intervenir directamente sobre las condiciones existentes.

## **2.2 Procedimiento a seguir en la investigación**

El procedimiento metodológico se desarrolló de manera secuencial y estuvo articulado con los objetivos específicos planteados. La investigación comprendió seis etapas principales:

### **Fase I: Recopilación y análisis de información técnica de los expedientes originales**

En esta primera etapa se realizó la recopilación de información técnica correspondiente a los siete expedientes técnicos de obras de pavimentación seleccionadas en la ciudad de Chiclayo.

La documentación analizada estuvo conformada por:

- Planos de diseño vial y peatonal.
- Memorias descriptivas.
- Metrados.
- Presupuestos de obra.
- Análisis de costos unitarios.
- Cronogramas de ejecución.
- Especificaciones técnicas.

La información recopilada fue organizada mediante fichas de revisión documental, permitiendo identificar las características geométricas, económicas y temporales consideradas inicialmente en cada proyecto.

Esta etapa permitió establecer una línea base del expediente técnico tradicional, la cual posteriormente fue comparada con los resultados obtenidos mediante la aplicación de BIM.

### **Fase II: Modelamiento tridimensional de los expedientes técnicos mediante BIM**

En función del primer objetivo específico, se procedió al desarrollo de los modelos tridimensionales de las obras seleccionadas mediante herramientas BIM.

Para ello, se emplearon los softwares:

- Autodesk Civil 3D para el modelamiento de superficies, alineamientos, perfiles longitudinales y secciones transversales de los proyectos viales.
- Autodesk Revit para la representación tridimensional de elementos constructivos complementarios.
- Autodesk Navisworks Manage para la coordinación, revisión del modelo y simulación constructiva.

El modelamiento permitió integrar la información geométrica del proyecto en un entorno digital, lo que generó una representación más precisa de los componentes de la obra, tales como pavimentos, veredas, rampas, sardineles, áreas verdes y elementos urbanos existentes.

### **Fase III: Determinación y comparación de metrados obtenidos mediante BIM**

Para cumplir el segundo objetivo específico, se realizó la extracción automática de metrados desde los modelos BIM desarrollados.

Los valores obtenidos mediante BIM fueron comparados con los metrados consignados en los expedientes técnicos originales, considerando las principales partidas de cada proyecto.

La comparación permitió identificar diferencias producto de:

- Omisiones en el cálculo tradicional.
- Sobreestimaciones de cantidades.
- Subestimaciones de elementos constructivos.
- Diferencias geométricas identificadas mediante el modelo tridimensional.

Los resultados fueron organizados mediante cuadros comparativos de cantidades y variaciones porcentuales.

### **Fase IV: Evaluación de la variación económica mediante BIM**

Para alcanzar el tercer objetivo específico, se realizó la evaluación económica comparando el costo directo establecido en el expediente técnico original con el costo obtenido mediante los metrados derivados del modelo BIM.

Para garantizar una comparación objetiva, se mantuvieron los mismos precios unitarios considerados en el expediente técnico original, de manera que las diferencias económicas estuvieran asociadas únicamente a las variaciones de cantidades de obra.

El análisis permitió determinar:

- Diferencia absoluta de costos.
- Variación porcentual respecto al presupuesto original.
- Partidas con mayores incrementos o reducciones económicas.

De esta manera, fue posible identificar el impacto del modelamiento BIM sobre la confiabilidad de los presupuestos de obra.

### **Fase V: Evaluación del plazo de ejecución y detección de interferencias**

Para cumplir el cuarto y quinto objetivo específico, se desarrolló la simulación constructiva 4D mediante Autodesk Navisworks Manage.

En esta etapa se vinculó el modelo BIM tridimensional con el cronograma de ejecución del expediente técnico, permitiendo analizar:

- Secuencia constructiva de actividades.
- Duración de partidas.
- Compatibilidad temporal entre procesos.
- Posibles restricciones durante la ejecución.

Asimismo, mediante la revisión tridimensional del modelo se realizó la detección de interferencias entre los elementos proyectados y la infraestructura existente.

Los conflictos identificados fueron clasificados considerando aspectos como:

- Interferencia entre postes y elementos viales.
- Conflictos entre rampas y mobiliario urbano.
- Incompatibilidades entre estructuras existentes y proyectadas.

Esta evaluación permitió determinar problemas que podrían generar modificaciones, sobrecostos o retrasos durante la ejecución de las obras.

## **Fase VI: Elaboración del cronograma optimizado mediante BIM**

Finalmente, para cumplir el sexto objetivo específico, se elaboró una propuesta de cronograma optimizado utilizando la información obtenida durante el modelamiento y simulación BIM.

El cronograma propuesto consideró:

- Secuencia constructiva más eficiente.
- Ajuste de duraciones de actividades.
- Eliminación de interferencias previamente identificadas.
- Mejor distribución de frentes de trabajo.
- Compatibilidad entre partidas.

La propuesta permitió establecer una programación más cercana a las condiciones reales de ejecución, fortaleciendo la planificación y control de las obras de pavimentación.

### **2.3 Población (unidad de análisis), muestra y técnica de muestreo**

#### **Población**

La población estuvo conformada por las obras de pavimentación urbana ejecutadas o proyectadas en la ciudad de Chiclayo, las cuales cuentan con expedientes técnicos que contienen información relacionada con metrados, costos y cronogramas de ejecución.

Según Hernández y Mendoza (2018), la población representa el conjunto total de elementos que poseen características comunes y sobre los cuales se pretende obtener información dentro de una investigación.

#### **Muestra**

La muestra estuvo conformada por siete expedientes técnicos de obras de pavimentación urbana ubicadas en la ciudad de Chiclayo:

- EXPEDIENTE TÉCNICO 01

Mejoramiento de la infraestructura vial y peatonal de la 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> etapa de la habilitación urbana municipal, distrito de la Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque

- EXPEDIENTE TÉCNICO 02

Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el P.J Tupac Amaru y P.J Ampliación Tupac Amaru del distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque

- EXPEDIENTE TÉCNICO 03

Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la av. Pedro Cieza de León entre la av. 09 de Octubre y la av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque

- EXPEDIENTE TÉCNICO 04

Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque

- EXPEDIENTE TÉCNICO 05

Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque

- EXPEDIENTE TÉCNICO 06

Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la torre del distrito de La victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque.

- EXPEDIENTE TÉCNICO 07

Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida colectora entre la av. Las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque.

La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico intencional, debido a que los expedientes fueron seleccionados considerando criterios técnicos relacionados con la disponibilidad de información, características similares de intervención y posibilidad de desarrollar el modelamiento BIM.

Según Bernal (2016), el muestreo intencional permite seleccionar unidades de análisis que presentan características relevantes para alcanzar los objetivos planteados en una investigación.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información**

### **2.4.1 Técnicas de recolección de información**

#### **Análisis documental**

Fue la técnica principal utilizada para recopilar información proveniente de los expedientes técnicos originales. Permitió obtener datos relacionados con metrados, costos, planos, especificaciones técnicas y cronogramas de ejecución.

#### **Modelamiento BIM**

Se empleó como procedimiento técnico para generar modelos tridimensionales de los proyectos, permitiendo obtener metrados automatizados, analizar interferencias y desarrollar simulaciones constructivas.

#### **Análisis comparativo**

Permitió contrastar los resultados obtenidos mediante el expediente técnico tradicional y aquellos derivados del modelo BIM, evaluando diferencias en cantidades, costos y tiempos de ejecución.

### **2.4.2 Instrumentos**

Los instrumentos utilizados fueron:

- Ficha de revisión documental de expedientes técnicos.
- Matriz comparativa de metrados.
- Formato de análisis de variación económica.

- Registro de interferencias detectadas mediante Navisworks.
- Matriz comparativa de cronogramas.
- Reportes generados por los softwares BIM utilizados.

## **2.5 Equipos y materiales**

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron:

- Computadora personal con capacidad para procesamiento de modelos BIM.
- Software Autodesk Civil 3D.
- Software Autodesk Revit.
- Software Autodesk Navisworks Manage.
- Expedientes técnicos digitales de las obras seleccionadas.

## **2.6 Aspectos éticos de la investigación**

La investigación fue desarrollada considerando los principios de responsabilidad académica, transparencia y veracidad de la información utilizada. Los datos obtenidos de los expedientes técnicos fueron empleados exclusivamente con fines académicos, respetando la integridad de la documentación original.

Asimismo, se garantizó que los resultados obtenidos mediante el modelamiento BIM fueran presentados de manera objetiva, sin alterar ni manipular la información para favorecer determinados resultados. Todas las fuentes bibliográficas y técnicas utilizadas fueron citadas respetando los criterios establecidos por la normativa académica correspondiente.

Finalmente, el estudio buscó aportar conocimiento técnico para mejorar la planificación y gestión de obras públicas mediante la incorporación de herramientas digitales que permitieron una mayor confiabilidad en la estimación de costos, plazos y condiciones constructivas.

### III. Resultados

#### 3.1 Modelado de los expedientes técnicos en obras de pavimentación en la ciudad de Chiclayo

Con el objetivo de aplicar la metodología BIM en obras de pavimentación urbana, se seleccionó como primer caso de estudio el expediente técnico titulado: *“Mejoramiento de la Infraestructura Vial y Peatonal de la 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> Etapa de la Habilitación Urbana Municipal, Distrito de La Victoria – Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque”*. Este proyecto representa una intervención urbana típica en la ciudad de Chiclayo, por lo que resulta adecuado para evaluar la eficacia del modelado BIM en cuanto a precisión técnica y potencial de optimización.

El proceso de modelado se desarrolló a partir de la información contenida en el expediente técnico original, incluyendo planos topográficos y de diseño, metrados, especificaciones técnicas y cronograma de ejecución. Para su elaboración, se emplearon herramientas especializadas que permitieron un desarrollo integral del modelo:

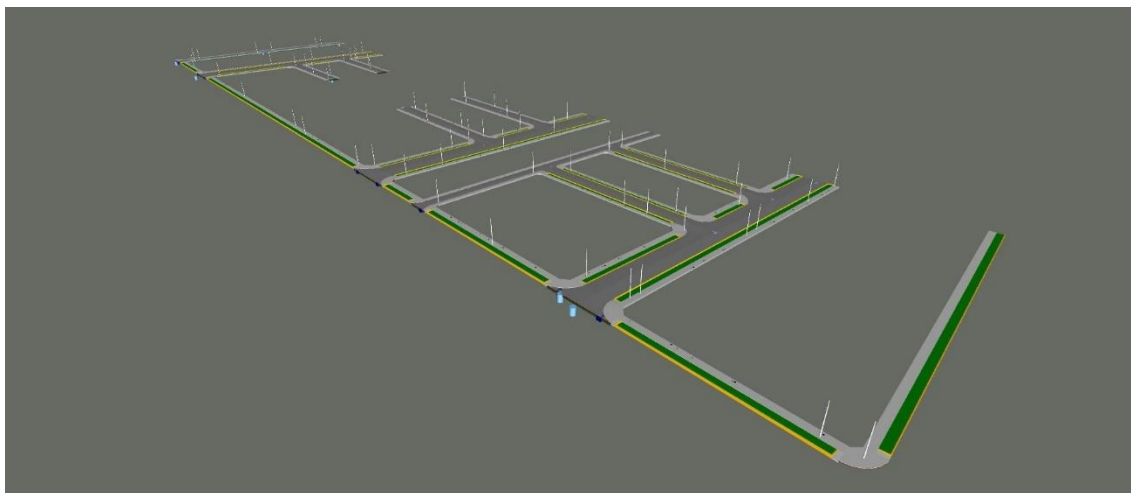
- **Autodesk Civil 3D:** se utilizó para modelar el diseño vial y peatonal, incluyendo alineamientos y perfiles longitudinales. Se representaron detalladamente las capas estructurales del pavimento (subrasante, capa anticontaminante, subbase, base y carpeta asfáltica), así como elementos urbanos como sardineles, jardineras, veredas, martillos y rampas.
- **Autodesk Revit:** se empleó para el modelado de componentes específicos del sistema de drenaje pluvial, como las cajas de succión, así como para representar elementos físicos del entorno que generan interferencias, tales como postes de alumbrado, cajas de agua potable, cajas de alcantarillado y buzones.
- **Autodesk Navisworks:** se utilizó para integrar los modelos desarrollados en diferentes plataformas, simular la secuencia constructiva y realizar el análisis de interferencias entre especialidades.

El resultado fue un modelo tridimensional integral, que refleja con mayor exactitud la infraestructura proyectada. Este modelo permite identificar oportunidades de mejora en los metrados, la estimación de costos, la planificación del cronograma y la detección de interferencias no contempladas en el expediente técnico original.

A continuación, se presentan imágenes representativas del modelado BIM elaborado para este expediente técnico.

### Figura 1

*Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de La Victoria*



Asimismo, se seleccionó un segundo expediente técnico titulado: “Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el P.J. Túpac Amaru y P.J. Ampliación Túpac Amaru del Distrito de Chiclayo – Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque”, el cual también representa una intervención urbana representativa del contexto local.

Este proyecto fue modelado aplicando la misma metodología BIM descrita anteriormente, utilizando como insumos los planos de diseño, especificaciones técnicas, metrados y cronograma de ejecución proporcionados en el expediente técnico. La finalidad fue validar la aplicabilidad de la metodología en un nuevo contexto urbano, permitiendo realizar comparaciones entre ambos casos en términos de precisión de metrados, identificación de interferencias y posibles optimizaciones en los plazos y costos de ejecución.

Las herramientas empleadas en este segundo caso fueron igualmente:

- **Autodesk Civil 3D**, para el modelado del diseño geométrico vial y peatonal, incluyendo alineamientos, perfiles longitudinales y secciones transversales, así

como la representación de capas estructurales de pavimento rígido y elementos complementarios como veredas, sardineles y rampas.

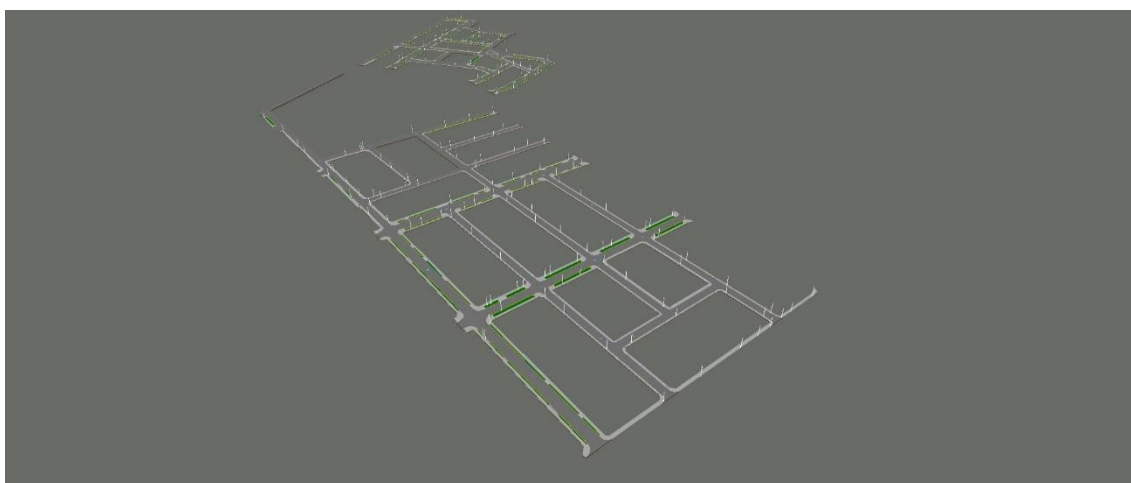
- **Autodesk Revit**, para el modelado de elementos puntuales del sistema de drenaje y componentes que representan interferencias en el entorno urbano, como postes, cajas de instalaciones sanitarias y buzones.
- **Autodesk Navisworks**, para la integración del modelo general, simulación constructiva por fases y análisis de interferencias.

Al igual que en el primer caso, se obtuvo un modelo tridimensional detallado que permitió detectar imprecisiones en los metrados originales, visualizar interferencias no contempladas y proponer ajustes constructivos. Este modelado facilitó la identificación de mejoras potenciales en la planificación y ejecución del proyecto, especialmente en el aprovechamiento del espacio urbano y la secuencia constructiva.

A continuación, se muestran imágenes representativas del modelado BIM elaborado para este segundo expediente técnico.

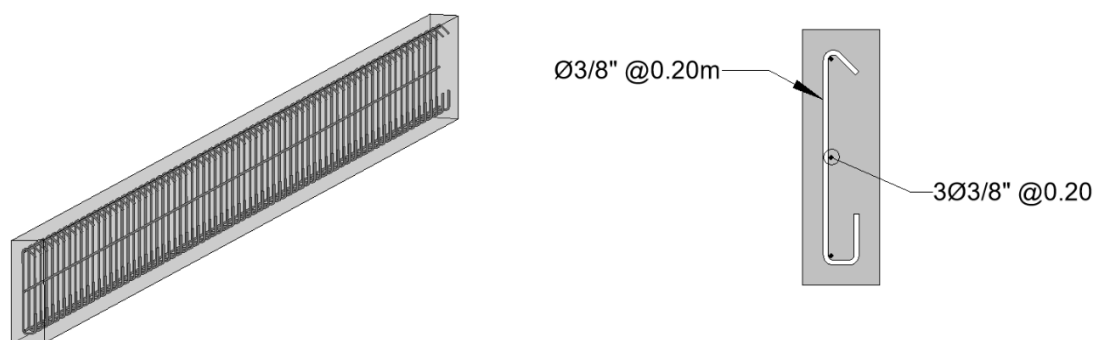
## Figura 2

*Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de P.J. Túpac Amaru y Ampliación Túpac Amaru*



**Figura 3**

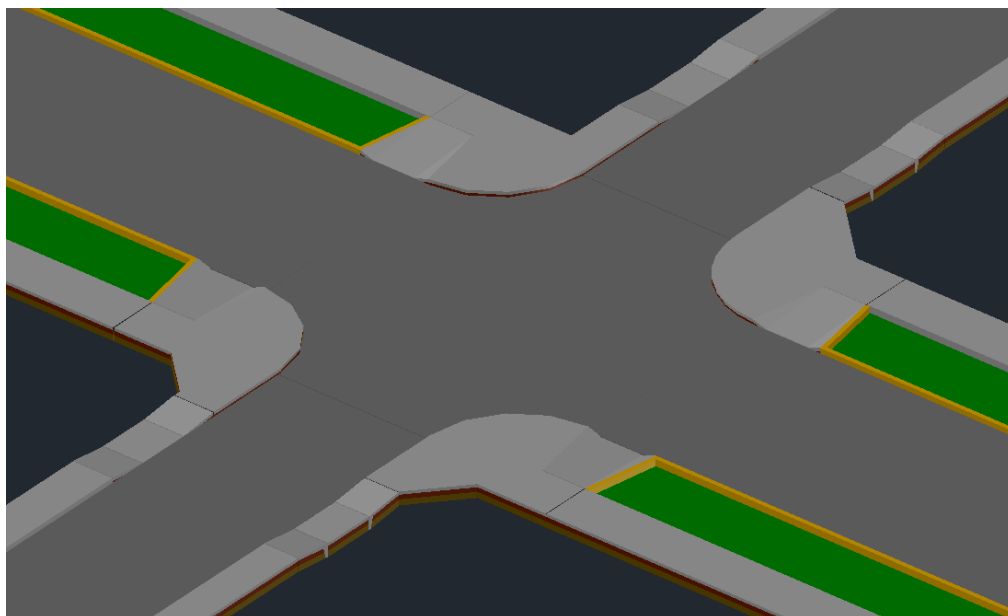
*Detalle de armadura en los elementos sardinel realizado en el modelado del expediente técnico de P.J. Túpac Amaru y Ampliación Túpac Amaru*



Se observa la disposición tridimensional de las barras de refuerzo longitudinales y transversales Ø3/8" a cada 20 cm, desarrolladas en Autodesk Revit. Este nivel de modelado evidenció la capacidad de la metodología BIM para representar con precisión componentes constructivos urbanos, mejorando la confiabilidad de los metrados generados y evidenciando el nivel de precisión geométrica alcanzado.

**Figura 4**

*Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto "Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el P.J. Túpac Amaru y Ampliación Túpac Amaru".*



Se visualizan con claridad las veredas, sardineles y áreas verdes, lo que evidenció el nivel de desarrollo geométrico alcanzado mediante metodología BIM para representar intersecciones urbanas con sus componentes complementarios.

Para el tercer expediente técnico, titulado “*Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. Pedro Cieza de León entre la Av. 09 de octubre y la Av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque*”, se procedió con el modelado BIM de la obra de pavimentación, siguiendo la misma metodología aplicada en los casos anteriores.

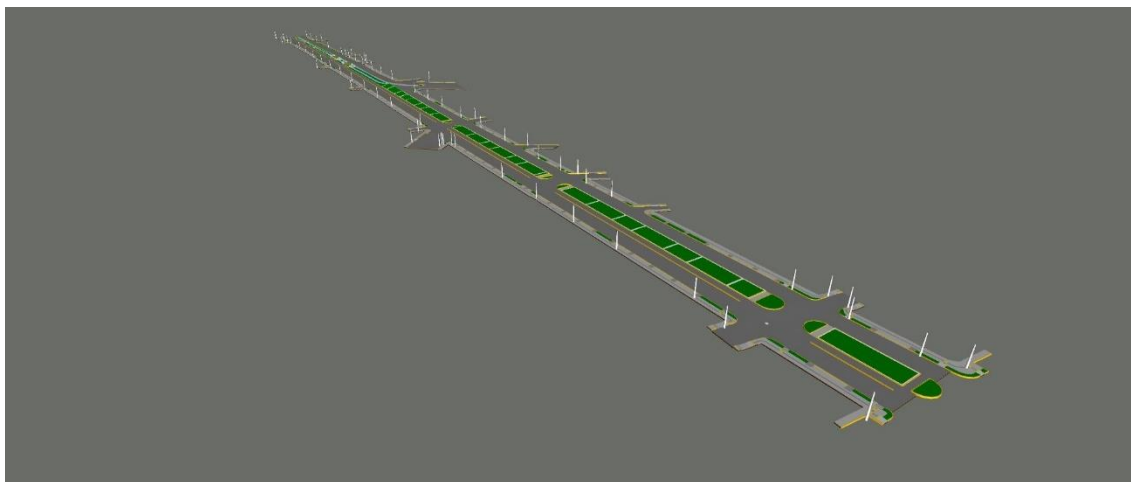
El modelado se desarrolló en Autodesk Civil 3D, representando los elementos principales del diseño vial: alineamientos, perfiles longitudinales, secciones típicas, capas estructurales del pavimento y veredas, así como demás elementos complementarios.

Adicionalmente, debido a las condiciones geométricas del terreno, el expediente contempló la construcción de un puente de concreto armado sostenido por muros de gravedad, así como muros de contención destinados a estabilizar el desnivel existente entre el carril izquierdo y el carril derecho. Estos elementos fueron modelados en Autodesk Revit, lo que permitió una mejor representación estructural y facilitó la coordinación con el modelo vial desarrollado en Civil 3D.

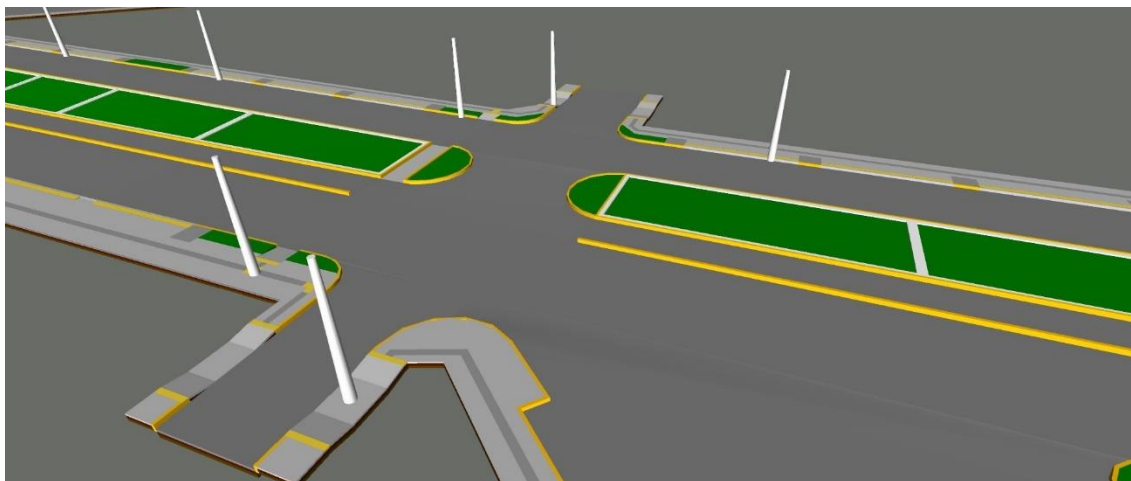
El objetivo principal fue digitalizar el expediente técnico original para obtener una representación tridimensional que permitiera visualizar integralmente la obra proyectada. Esta aproximación facilitó la identificación preliminar de interferencias, la extracción precisa de metrados y costos, y constituyó la base para la evaluación de los plazos de ejecución.

**Figura 5**

*Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico en mención*

**Figura 6**

*Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. Pedro Cieza de León entre la Av. 09 de octubre y la Av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque”*

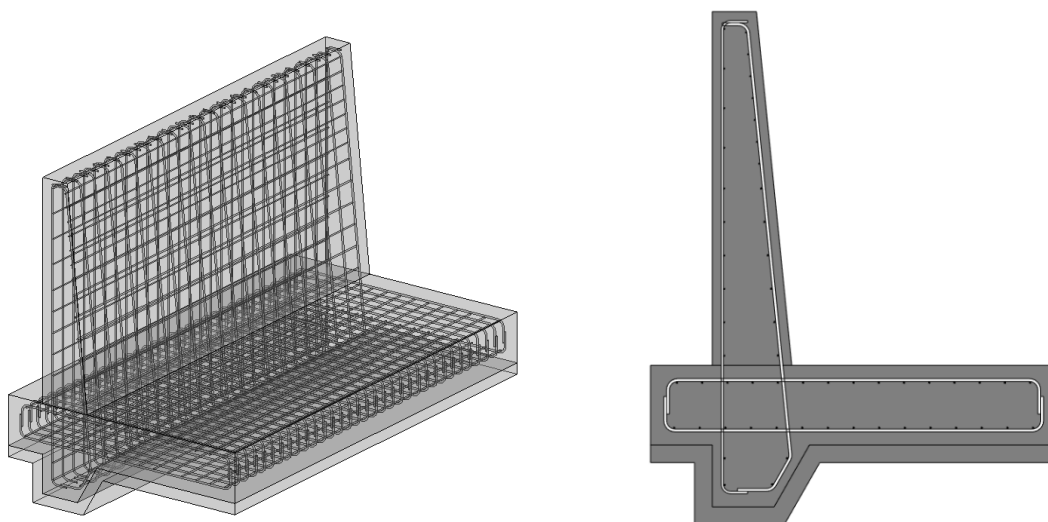


La imagen muestra la intersección de dos calles modelada en Autodesk Civil 3D, en la que se aprecian los dobles carriles con separador central, conformado por sardineles, áreas verdes y rampas de accesibilidad, así como el carril único en sentido contrario. Se distinguen también las veredas, martillos y postes, además de los radios de giro que garantizan la correcta transición vehicular.

La representación tridimensional permitió visualizar de forma integral la configuración de la intersección y la disposición de sus elementos urbanos, asegurando la coherencia con el diseño planteado en el expediente técnico.

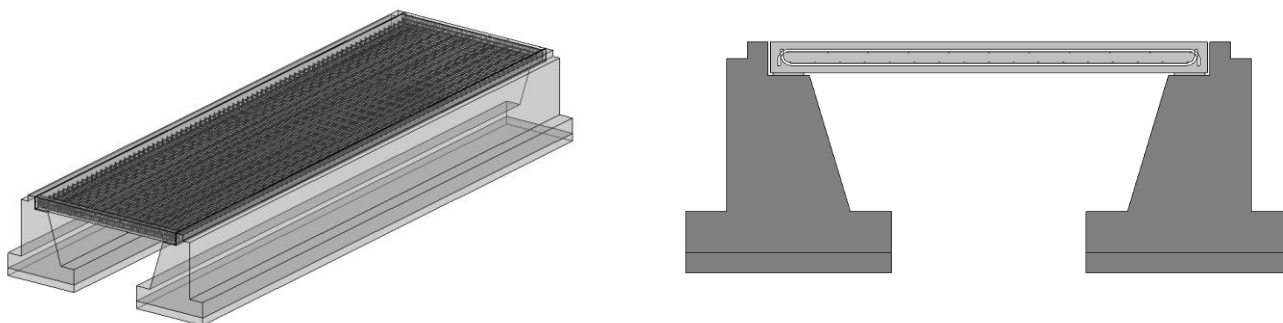
### **Figura 7**

*Detalle de armadura en los elementos muro de contención realizado en el modelado del presente expediente técnico*



**Figura 8**

*Detalle de armadura en los elementos puente realizado en el modelado del presente expediente técnico*



En Autodesk Revit se desarrolló el modelado del concreto, así como de las armaduras del puente de concreto armado y de los muros de contención, obteniendo la disposición tridimensional de las barras longitudinales y transversales. Este proceso permitió representar con claridad la conformación estructural de ambos elementos y ofrecer una visualización precisa de su diseño constructivo.

La integración de este nivel de detalle en el modelo BIM no solo facilita la comprensión de las soluciones estructurales planteadas, sino que también incrementa la confiabilidad de los metrados de concreto y acero, asegurando su coherencia con las especificaciones técnicas del expediente. De esta manera, se evidencia la capacidad de la metodología BIM para reproducir con exactitud componentes estructurales complejos dentro de obras urbanas.

Para el cuarto expediente técnico, titulado “*Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*”, se desarrolló el modelado BIM de la infraestructura vial y peatonal siguiendo la misma metodología aplicada en los casos anteriores.

El modelado se elaboró utilizando Autodesk Civil 3D para la representación geométrica de las vías, considerando alineamientos horizontales, perfiles longitudinales, secciones transversales y la conformación de las capas estructurales del pavimento. Asimismo, se modelaron los elementos complementarios de urbanismo, tales como veredas, sardineles, martillos, rampas y áreas verdes, permitiendo una representación integral del entorno urbano proyectado.

Posteriormente, el modelo fue integrado en Autodesk Navisworks con la finalidad de consolidar toda la información tridimensional de la obra y facilitar la visualización general del proyecto. Esta integración permitió evaluar la disposición espacial de los componentes urbanos y verificar la coherencia geométrica entre los diferentes elementos considerados en el expediente técnico original.

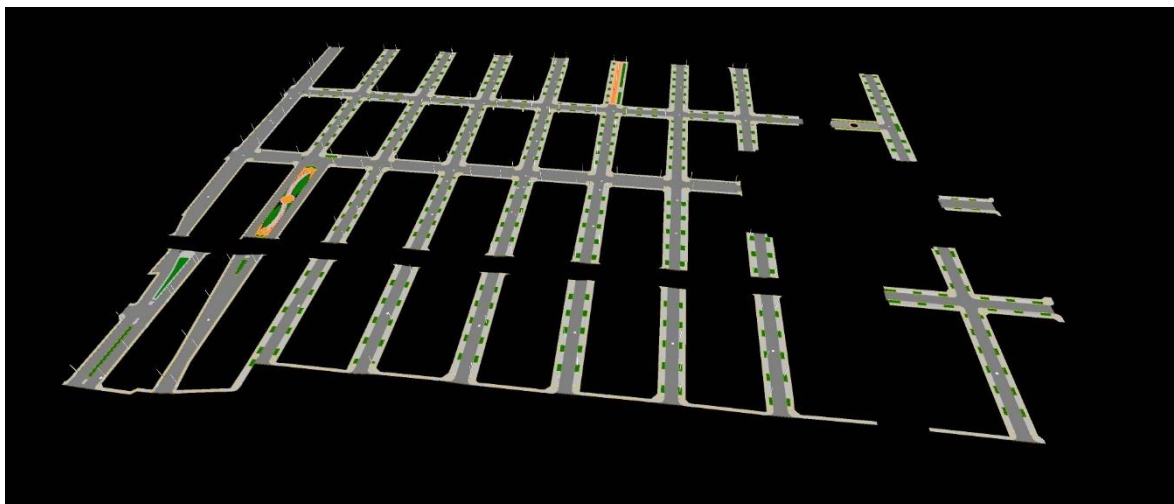
El resultado obtenido fue un modelo tridimensional detallado que permitió representar con mayor precisión la configuración vial proyectada, facilitando la revisión de los metrados, la planificación constructiva y la identificación preliminar de posibles interferencias dentro del entorno urbano.

La imagen muestra la representación tridimensional de una intersección vial modelada en Autodesk Civil 3D, en la cual se visualizan los carriles vehiculares, veredas, sardineles y áreas verdes que conforman el diseño urbano del proyecto. Asimismo, se aprecian los radios de giro y elementos de accesibilidad peatonal, permitiendo verificar la adecuada distribución espacial de los componentes proyectados.

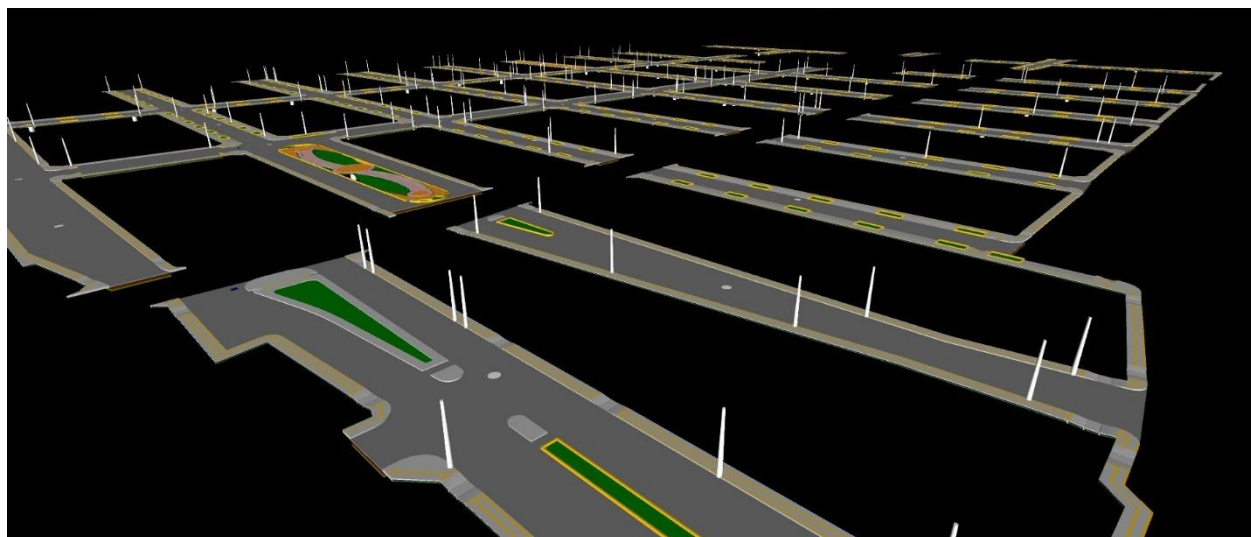
La visualización tridimensional obtenida mediante la metodología BIM facilitó una mejor comprensión del comportamiento geométrico de la infraestructura vial, contribuyendo a una planificación más precisa y a una evaluación integral de la propuesta constructiva.

**Figura 9**

*Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*

**Figura 10**

*Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”*



Para el quinto expediente técnico, denominado “*Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque*”, se realizó el modelado BIM de la obra de pavimentación urbana con el propósito de digitalizar el expediente técnico original y generar una representación tridimensional precisa del proyecto.

El proceso de modelado se desarrolló principalmente en Autodesk Civil 3D, donde se representaron los alineamientos viales, perfiles longitudinales, secciones típicas y capas estructurales del pavimento, además de los componentes urbanos complementarios como veredas, sardineles, rampas peatonales y áreas destinadas al tránsito peatonal. Posteriormente, el modelo fue integrado en Autodesk Navisworks, permitiendo consolidar la información geométrica y constructiva de la obra en un único entorno digital. Esta integración facilitó la visualización integral del proyecto y permitió analizar de manera más eficiente la distribución de los elementos urbanos y las posibles interferencias entre componentes de infraestructura.

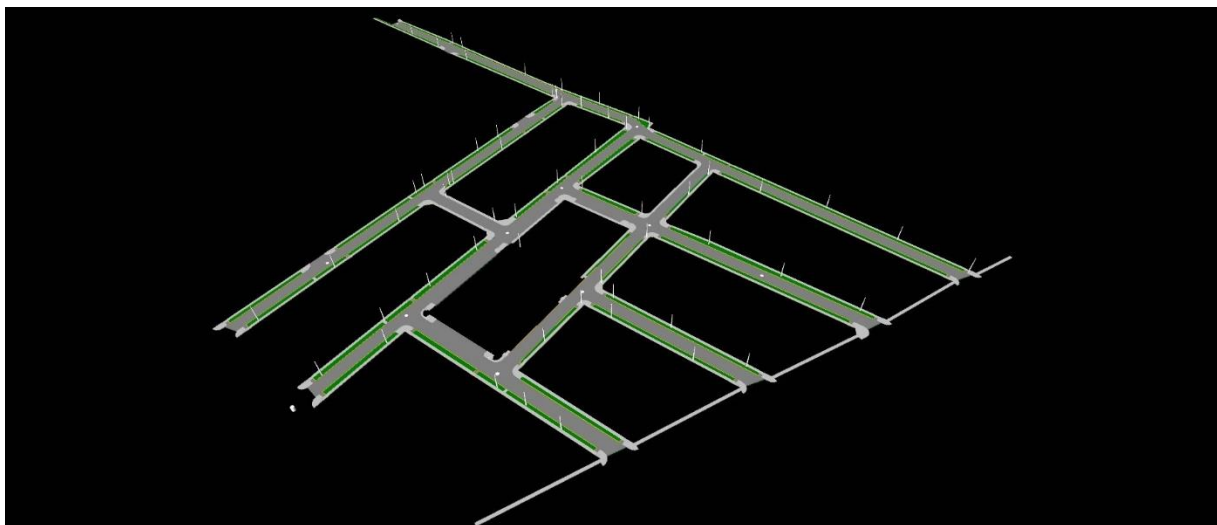
El modelado BIM desarrollado permitió mejorar la interpretación del expediente técnico y constituyó la base para la posterior evaluación de metrados, costos y plazos de ejecución, evidenciando las ventajas de la metodología BIM en proyectos de pavimentación urbana.

La representación tridimensional muestra la configuración geométrica de la intersección vial modelada, donde se distinguen claramente las vías vehiculares, veredas, sardineles y elementos de accesibilidad urbana. Asimismo, se aprecia la distribución espacial de los componentes peatonales y vehiculares, permitiendo visualizar de forma integral el diseño planteado en el expediente técnico.

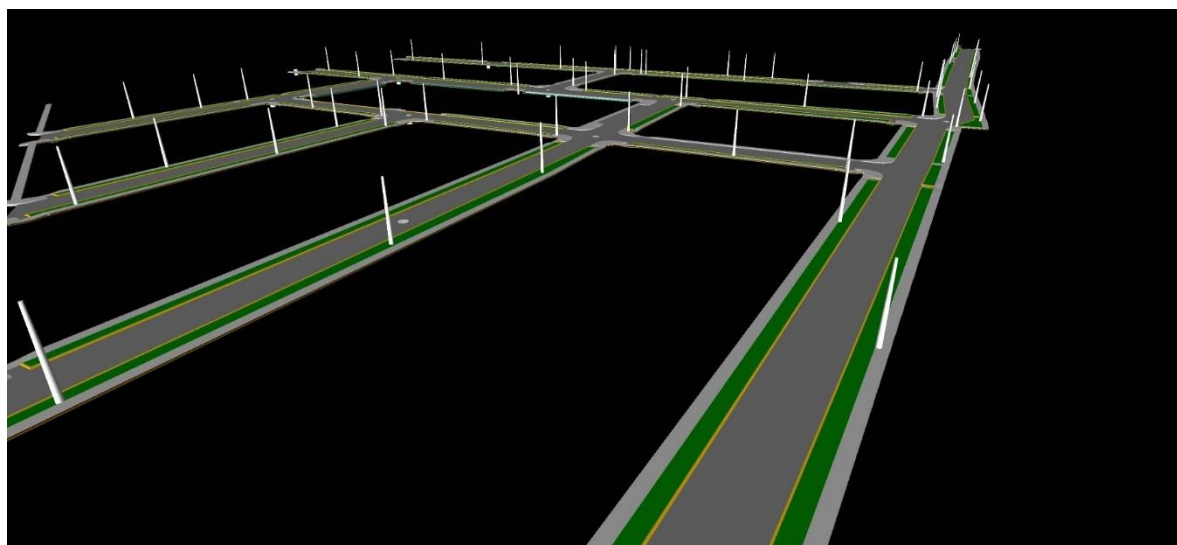
El modelado realizado mediante metodología BIM permitió obtener una representación digital detallada de la infraestructura urbana, facilitando la revisión técnica de los elementos proyectados y mejorando la precisión en la coordinación del diseño vial y peatonal.

**Figura 11**

*Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque*

**Figura 12**

*Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque”*



Para el sexto expediente técnico, titulado “*Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la Torre del distrito de La Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*”, se desarrolló el modelado BIM de la infraestructura vial y peatonal aplicando el mismo procedimiento metodológico empleado en los expedientes anteriores.

El modelado se ejecutó en Autodesk Civil 3D, donde se representaron los alineamientos viales, perfiles longitudinales y secciones transversales del proyecto, incluyendo las capas estructurales del pavimento y los elementos urbanos complementarios como veredas, sardineles, rampas y áreas de circulación peatonal.

Asimismo, el modelo fue integrado en Autodesk Navisworks para consolidar toda la información tridimensional del proyecto y facilitar el análisis visual de la obra. Esta integración permitió revisar de manera integral la compatibilidad geométrica de los componentes proyectados y optimizar la visualización de las diferentes áreas de intervención urbana.

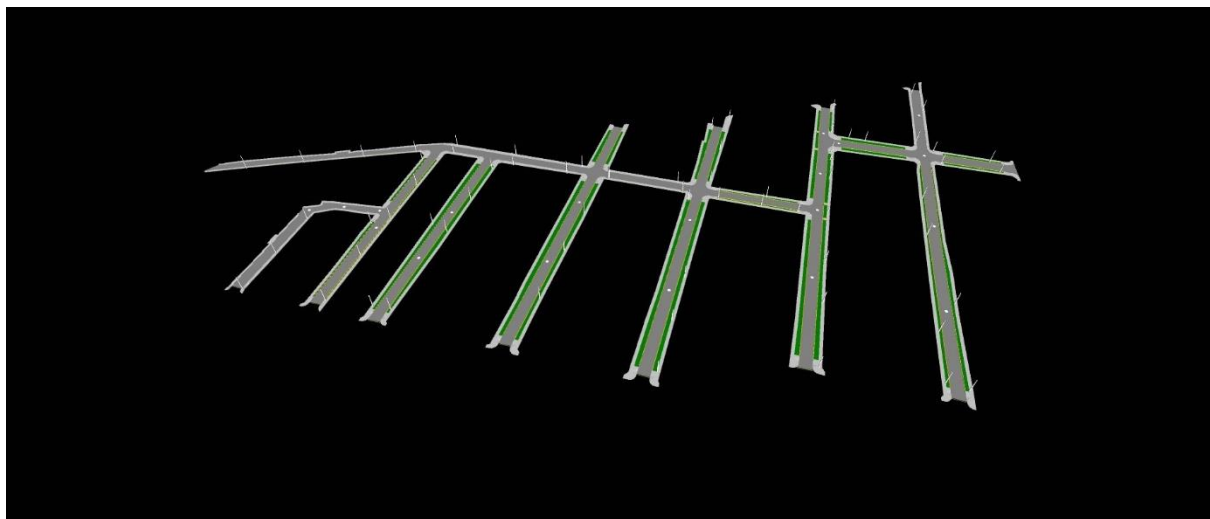
El resultado fue un modelo digital tridimensional que permitió representar con mayor precisión el proyecto vial, constituyendo una herramienta útil para la evaluación de metrados, costos, planificación constructiva y detección preliminar de interferencias no identificadas en el expediente técnico original.

La imagen presenta la visualización tridimensional de la intersección vial modelada en Autodesk Civil 3D, donde se observan las vías vehiculares, veredas, sardineles y demás elementos urbanos proyectados para el mejoramiento de la transitabilidad. También se aprecian las áreas de circulación peatonal y los radios de giro considerados en el diseño geométrico de la intersección.

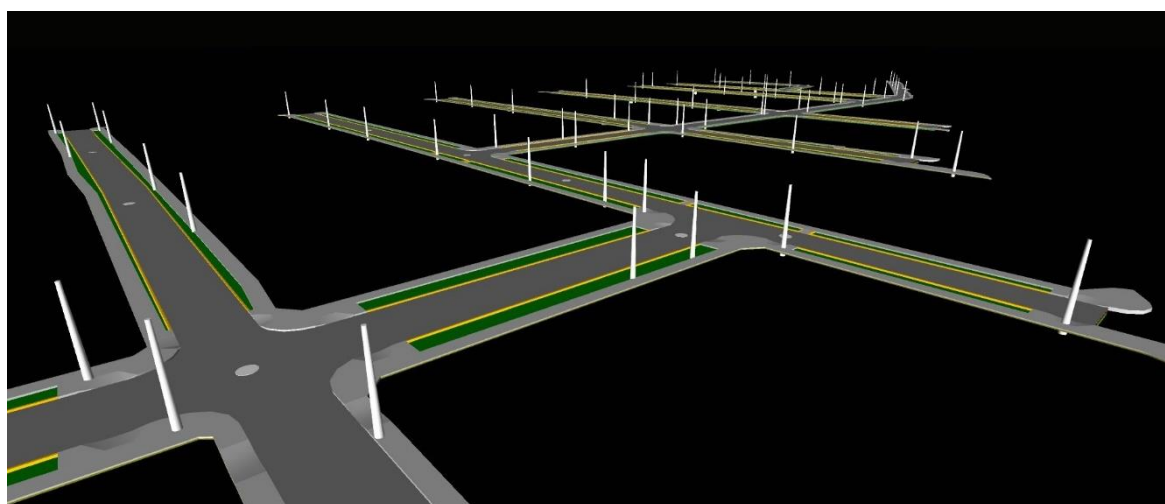
La aplicación de la metodología BIM permitió representar de manera integral los componentes de la infraestructura urbana, facilitando la coordinación entre elementos constructivos y mejorando la comprensión espacial del proyecto.

**Figura 13**

*Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico del pueblo joven Víctor Raúl haya de la torre del distrito de la victoria*

**Figura 14**

*Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl haya de la torre del distrito de la victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”*



Para el séptimo expediente técnico, denominado “*Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Colectora entre la av. Las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*”, se desarrolló el modelado BIM de la obra vial con el objetivo de obtener una representación digital detallada de la infraestructura proyectada.

El modelado fue realizado en Autodesk Civil 3D, incorporando los alineamientos horizontales, perfiles longitudinales, secciones transversales y capas estructurales del pavimento. Asimismo, se modelaron los elementos urbanos complementarios como veredas, sardineles, áreas verdes y rampas peatonales, permitiendo una representación integral de la avenida colectora y sus componentes asociados.

Posteriormente, el modelo fue integrado en Autodesk Navisworks para consolidar toda la información del proyecto en un entorno tridimensional coordinado. Esta integración permitió mejorar la visualización global de la obra, facilitar el análisis geométrico de los elementos urbanos y evaluar preliminarmente posibles interferencias entre componentes de infraestructura.

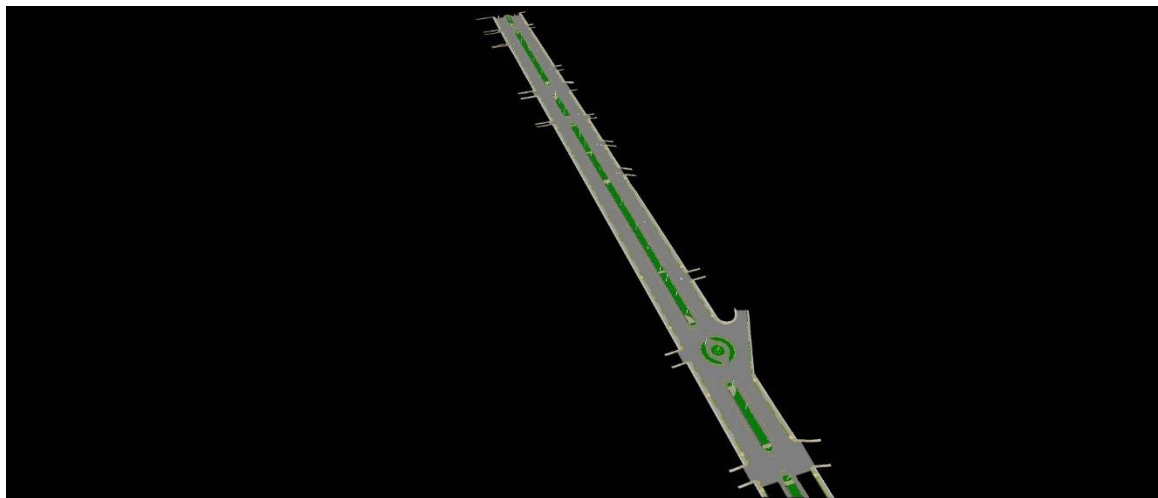
El modelo BIM obtenido permitió representar con mayor exactitud el diseño vial proyectado y constituyó una base técnica para el análisis de metrados, costos, cronograma de ejecución y optimización constructiva del proyecto.

La representación tridimensional evidencia la configuración geométrica de la avenida colectora y de la intersección vial modelada, apreciándose los carriles vehiculares, separadores, veredas y elementos urbanos complementarios que forman parte del diseño del proyecto. Asimismo, se distinguen las áreas destinadas al tránsito peatonal y la distribución espacial de los componentes urbanos.

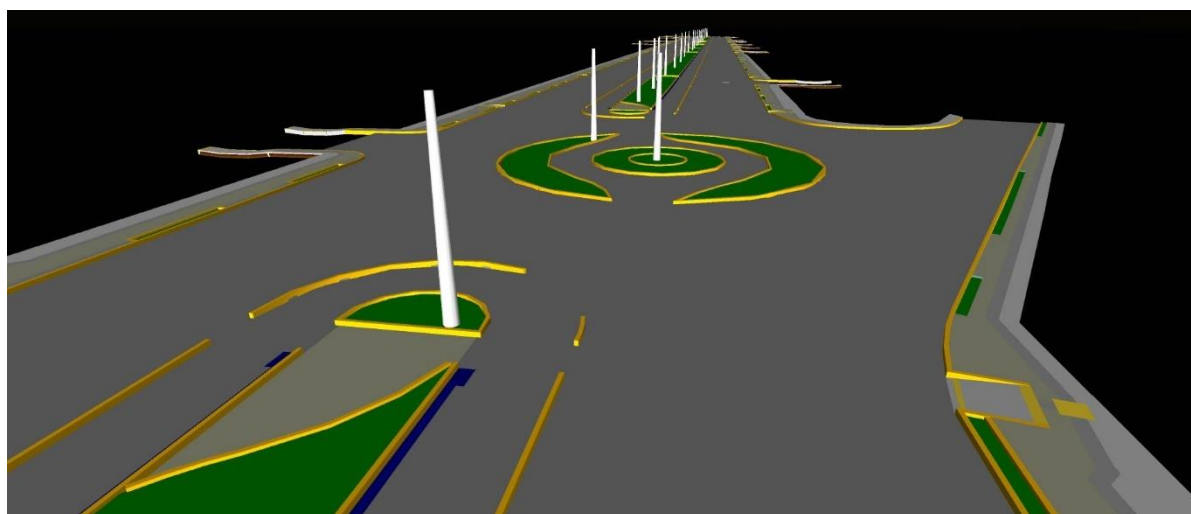
La aplicación de la metodología BIM permitió visualizar de manera integral la infraestructura proyectada, facilitando la coordinación del diseño y mejorando la precisión en la representación técnica del expediente.

**Figura 15**

*Modelado general de infraestructura vial y peatonal en Navisworks para el expediente técnico de la avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa*

**Figura 16**

*Vista tridimensional del cruce vial modelado del proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”*



### **3.2 Determinación de los metrados de obra mediante modelado BIM y comparación con el expediente técnico original**

Una de las principales ventajas del modelado BIM es su capacidad para generar metrados precisos y actualizados a partir de la geometría tridimensional del proyecto. En esta etapa del estudio, se procedió a extraer los metrados directamente desde los modelos desarrollados en Autodesk Civil 3D y Autodesk Revit, con el objetivo de compararlos con los metrados consignados en el expediente técnico original.

Para los elementos modelados en *Civil 3D*, se generaron reportes automáticos que incluyeron volúmenes de corte y relleno, así como áreas y volúmenes correspondientes a las capas estructurales del pavimento. Asimismo, se cuantificaron elementos urbanos como veredas, sardineles, martillos, jardinería y rampas, a partir de las secciones tipo y del ensamble vial aplicado a lo largo del alineamiento del proyecto.

En el caso de los componentes modelados en *Revit*, como las cajas de succión del sistema de drenaje pluvial, se utilizaron tablas de planificación para determinar con precisión tanto la cantidad como la ubicación de estos elementos dentro del proyecto.

Una vez obtenidos los metrados a partir del modelo BIM, se realizó una comparación directa con los datos del expediente técnico original, organizando la información por partidas y subpartidas. Esta comparación permitió identificar omisiones, sobreestimaciones y subestimaciones presentes en el expediente inicial.

Como resultado, se evidenciaron variaciones considerables en diversos rubros, lo cual demuestra que el uso de la metodología BIM contribuye a una mayor precisión en la planificación de cantidades de obra y, por ende, en la estimación de costos. Esta precisión es fundamental para optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia en la ejecución de obras de pavimentación urbana.

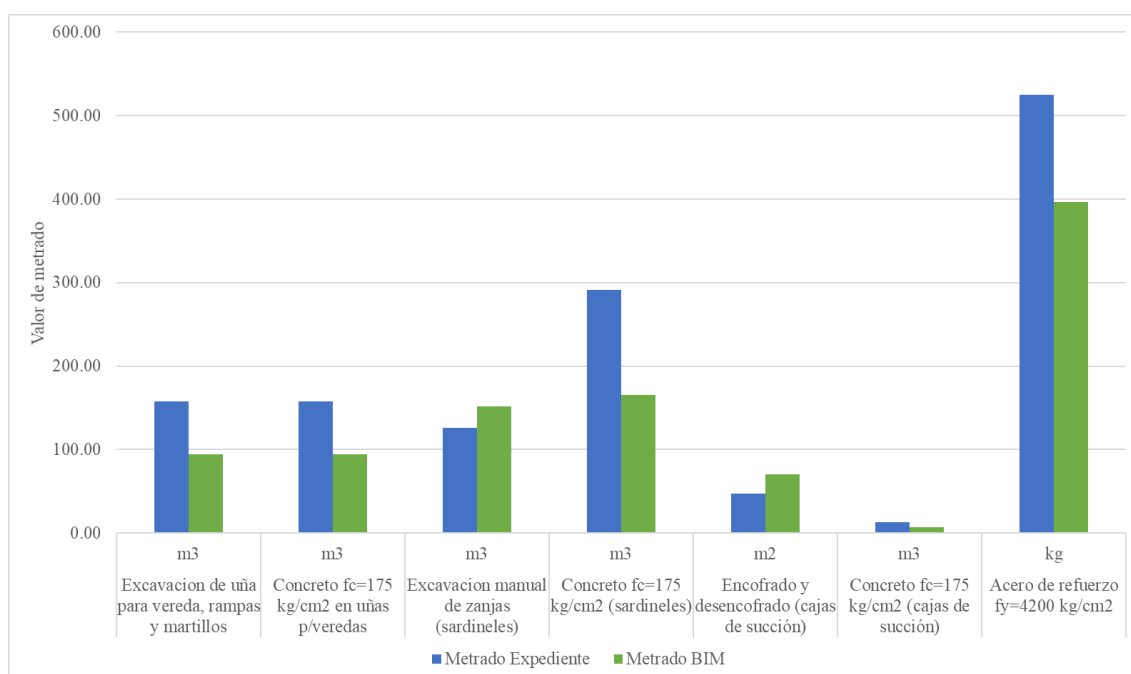
**Tabla 2**

*Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – La Victoria*

| Partida                                           | Unidad | Metrado Expediente | Metrado BIM | Variación Absoluta | Variación % |
|---------------------------------------------------|--------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Excavacion de uña para vereda, rampas y martillos | m3     | 158.07             | 94.23       | -63.84             | -40.39%     |
| Concreto fc=175 kg/cm2 en uñas p/veredas          | m3     | 158.07             | 94.23       | -63.84             | -40.39%     |
| Excavacion manual de zanjas (sardineles)          | m3     | 126.04             | 151.78      | 25.74              | 20.42%      |
| Concreto fc=175 kg/cm2 (sardineles)               | m3     | 290.87             | 165.42      | -125.45            | -43.13%     |
| Encofrado y desencofrado (cajas de succión)       | m2     | 47.52              | 70.74       | 23.22              | 48.86%      |
| Concreto fc=175 kg/cm2 (cajas de succión)         | m3     | 12.83              | 6.77        | -6.06              | -47.25%     |
| Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2                  | kg     | 525.00             | 396.90      | -128.10            | -24.40%     |

**Figura 17**

*Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria*



*Nota.* Se muestra la variación en cantidades estimadas mediante modelado tridimensional.

De igual forma, se aplicó esta metodología al segundo expediente técnico: “Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el P.J. Túpac Amaru y P.J. Ampliación Túpac Amaru del Distrito de Chiclayo – Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque”.

La extracción de metrados se realizó a partir del modelo desarrollado en Civil 3D y Revit, siguiendo el mismo flujo de trabajo utilizado en el caso anterior. Se cuantificaron las principales partidas de obra, tales como pavimento rígido, subbase granular, veredas, sardineles y rampas, con base en la geometría modelada y las secciones tipo definidas en el diseño.

Los resultados obtenidos evidenciaron nuevamente discrepancias respecto a los valores consignados en el expediente técnico original, principalmente en el caso de volúmenes de excavación y concreto. Esto confirmó la utilidad del modelo BIM como herramienta de verificación de cantidades, al detectar posibles inconsistencias que podrían afectar la programación y el presupuesto de obra.

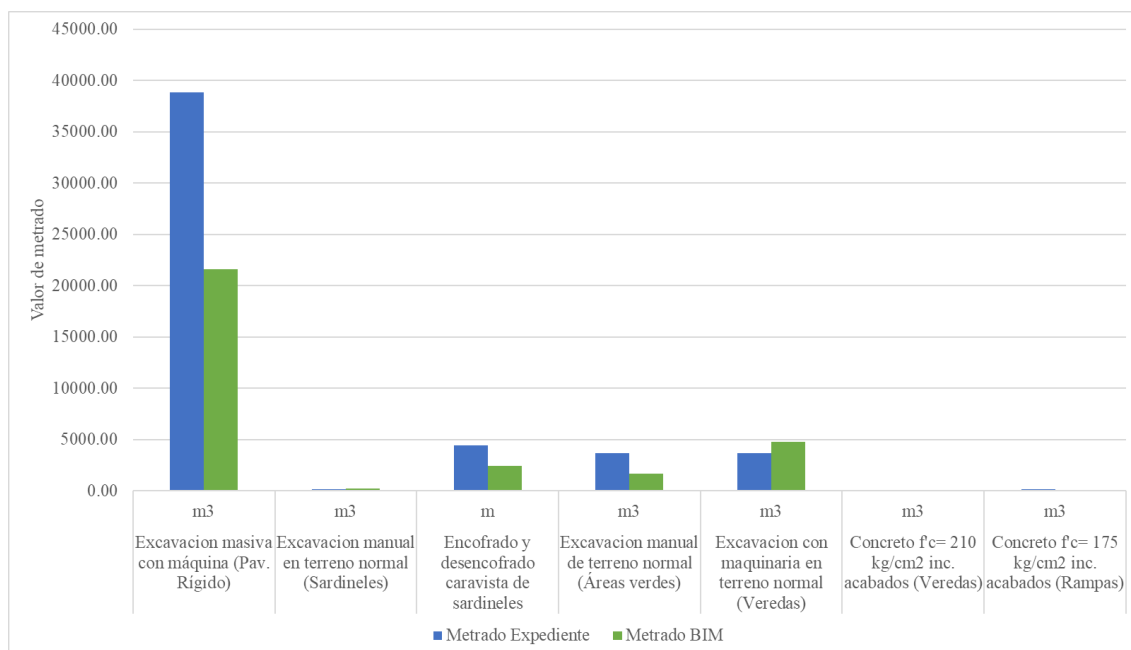
**Tabla 3**

*Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – Túpac Amaru*

| Partida                                                      | Unidad | Metrado Expediente | Metrado BIM | Variación Absoluta | Variación % |
|--------------------------------------------------------------|--------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Excavacion masiva con máquina (Pav. Rígido)                  | m3     | 38852.99           | 21560.03    | -17292.96          | -44.51%     |
| Excavacion manual en terreno normal (Sardineles)             | m3     | 144.39             | 188.70      | 44.31              | 30.69%      |
| Encofrado y desencofrado caravista de sardineles             | m      | 4384.72            | 2431.25     | -1953.47           | -44.55%     |
| Excavacion manual de terreno normal (Áreas verdes)           | m3     | 3678.71            | 1670.43     | -2008.28           | -54.59%     |
| Excavacion con maquinaria en terreno normal (Veredas)        | m3     | 3653.88            | 4770.38     | 1116.50            | 30.56%      |
| Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ inc. acabados (Veredas) | m3     | 49.49              | 61.98       | 12.49              | 25.23%      |
| Concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ inc. acabados (Rampas)  | m3     | 104.37             | 75.01       | -29.37             | -28.14%     |

**Figura 18**

*Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – Túpac Amaru*



*Nota.* Se observa la diferencia porcentual entre los valores extraídos del expediente técnico y los generados por el modelo tridimensional.

La partida de excavación masiva con máquina para pavimento rígido presentó un volumen considerablemente mayor respecto a las demás, debido a su amplia cobertura en toda el área de calzada proyectada. Esta actividad constituye una de las etapas iniciales más relevantes en el proceso constructivo, ya que condiciona el desarrollo de las siguientes partidas (base, subbase, concreto, etc.), y por tanto, concentra gran parte del metrado total. Su alta incidencia técnica y cuantitativa dentro del presupuesto explicó por qué su valor predomina ampliamente sobre el resto, lo cual es coherente con el tipo de intervención urbana analizada.

En el caso del tercer expediente técnico, “*Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la av. Pedro Cieza de León entre la av. 09 de Octubre y la av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque*”, se procedió a la determinación de metrados a partir del modelo BIM desarrollado en Civil 3D y Revit.

El proceso consistió en extraer los volúmenes correspondientes a las capas estructurales del pavimento, veredas, sardineles, rampas y martillos, así como de los elementos estructurales asociados, tales como el puente de concreto armado y los muros de

contención. Estos resultados se contrastaron con los metrados consignados en el expediente técnico original, con el fin de evaluar la coherencia entre ambos enfoques.

Del mismo modo que en los expedientes anteriores, el modelado permitió identificar variaciones en cantidades de obra, principalmente en los volúmenes de concreto y acero para los elementos estructurales, así como en las partidas vinculadas al equipamiento urbano. Dichas diferencias evidencian las ventajas de la metodología BIM en la obtención de metrados más confiables, derivados de la representación tridimensional precisa de la obra proyectada.

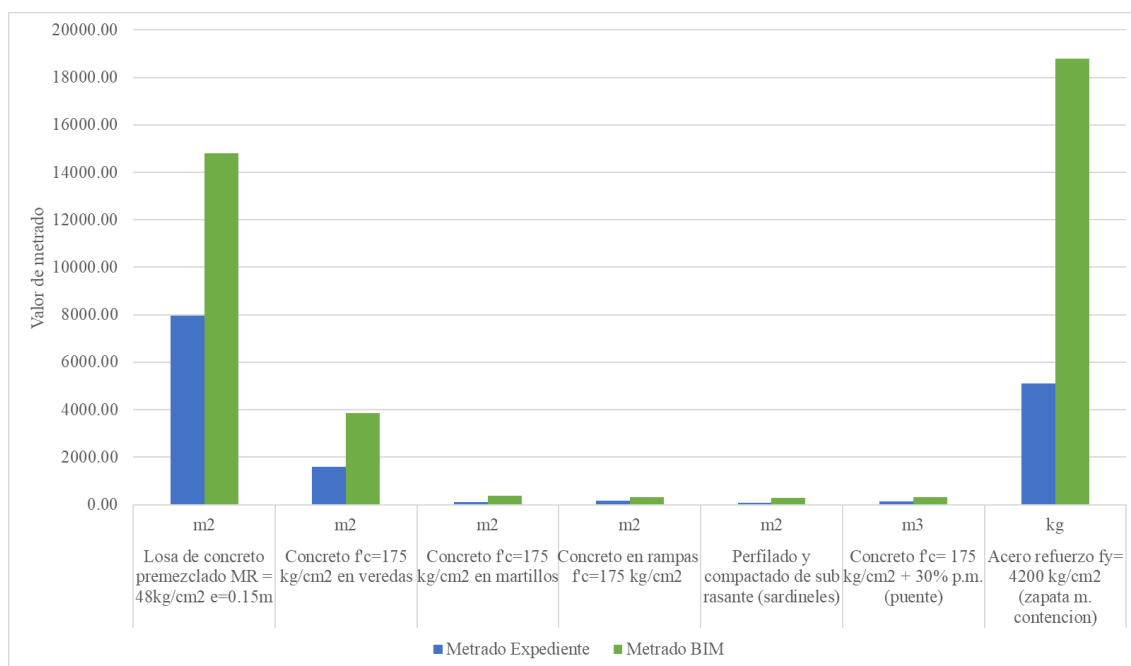
**Tabla 4**

*Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – Av. Pedro Cieza de León*

| Partida                                                           | Unidad         | Metrado Expediente | Metrado BIM | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Losa de concreto premezclado MR = 48kg/cm <sup>2</sup> e=0.15m    | m <sup>2</sup> | 7968.12            | 14797.02    | 6828.90            | 85.70%      |
| Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> en veredas                    | m <sup>2</sup> | 1580.73            | 3857.82     | 2277.09            | 144.05%     |
| Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> en martillos                  | m <sup>2</sup> | 116.42             | 363.59      | 247.17             | 212.31%     |
| Concreto en rampas f'c=175 kg/cm <sup>2</sup>                     | m <sup>2</sup> | 163.47             | 323.12      | 159.65             | 97.66%      |
| Perfilado y compactado de sub rasante (sardineles)                | m <sup>2</sup> | 86.39              | 285.20      | 198.81             | 230.13%     |
| Concreto f'c= 175 kg/cm <sup>2</sup> + 30% p.m. (puente)          | m <sup>3</sup> | 143.79             | 312.45      | 168.66             | 117.29%     |
| Acero refuerzo fy= 4200 kg/cm <sup>2</sup> (zapata m. contencion) | kg             | 5097.28            | 18790.43    | 13693.15           | 268.64%     |

**Figura 19**

*Gráfico de barras comparativo de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – Av. Pedro Cieza de León*



La tabla y el gráfico de barras presentan la comparación de metrados obtenidos mediante el modelado BIM frente a los consignados en el expediente técnico original, indicando para cada partida la unidad de medida, el valor de metrado en ambos enfoques, así como la variación absoluta y porcentual. Esta sistematización permite identificar con claridad las diferencias en cantidades de obra, lo que constituye la base para el análisis de costos y plazos en el proyecto.

Los resultados comparativos mostraron diferencias considerables en varias partidas, llegando en algunos casos a superar el 100% y 200% respecto al expediente original. Esto se debe a que, mientras el expediente técnico utilizó el método tradicional de metrados, basado en el análisis de secciones transversales o en la determinación de áreas en planta (hatch) multiplicadas por el espesor, el enfoque BIM permitió calcular directamente los volúmenes y longitudes a partir del modelo tridimensional.

La aplicación de BIM otorga mayor precisión en elementos de geometría irregular o en aquellos donde la metodología tradicional tiende a simplificar los cálculos. En consecuencia, las variaciones observadas reflejaron las ventajas del modelado digital para

obtener metrados más exactos y confiables, reduciendo la probabilidad de errores u omisiones en la estimación de cantidades de obra.

En el caso del cuarto expediente técnico, “*Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*”, se procedió a la determinación de metrados a partir del modelo BIM desarrollado en Civil 3D y Revit.

El proceso consistió en extraer las cantidades correspondientes a las partidas de adoquinado, sardineles, concreto, acero y áreas verdes, a partir de la geometría tridimensional modelada. Estos resultados fueron contrastados con los metrados consignados en el expediente técnico original, con el objetivo de evaluar la coherencia entre ambos enfoques.

Del mismo modo que en los expedientes anteriores, el modelado permitió identificar variaciones considerables en diversas partidas, principalmente en los elementos asociados a sardineles y adoquinado. Asimismo, se evidenciaron diferencias importantes en el volumen de concreto y acero de refuerzo, así como en las áreas destinadas a jardinería. Dichas discrepancias reflejaron las ventajas de la metodología BIM para obtener metrados más precisos y confiables, derivados directamente de la representación tridimensional de la obra proyectada.

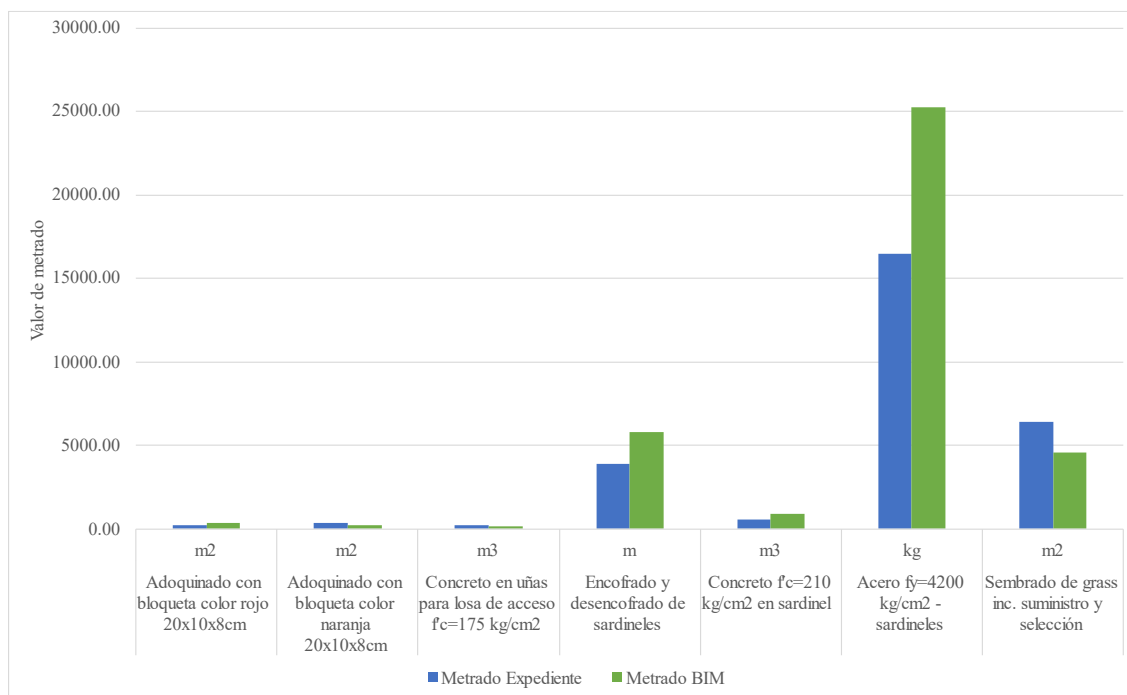
**Tabla 5**

*Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas –urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz*

| Partida                                               | Unidad | Metrado Expediente | Metrado BIM | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------|--------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Adoquinado con bloqueta color rojo 20x10x8cm          | m2     | 221.08             | 360.83      | 139.75             | 63.21%      |
| Adoquinado con bloqueta color naranja 20x10x8cm       | m2     | 337.51             | 229.69      | -107.82            | -31.95%     |
| Concreto en uñas para losa de acceso $f_c=175$ kg/cm2 | m3     | 192.87             | 121.47      | -71.40             | -37.02%     |
| Encofrado y desencofrado de sardineles                | m      | 3894.20            | 5792.95     | 1898.75            | 48.76%      |
| Concreto $f_c=210$ kg/cm2 en sardinel                 | m3     | 584.13             | 868.94      | 284.81             | 48.76%      |
| Acero $f_y=4200$ kg/cm2 - sardineles                  | kg     | 16464.68           | 25221.63    | 8756.95            | 53.19%      |
| Sembrado de grass inc. suministro y selección         | m2     | 6420.65            | 4555.75     | -1864.90           | -29.05%     |

**Figura 20**

*Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz*



La tabla y el gráfico de barras presentan la comparación de metrados obtenidos mediante el modelado BIM frente a los consignados en el expediente técnico original, indicando para cada partida la unidad de medida, el valor de metrado en ambos enfoques, así como la variación absoluta y porcentual. Esta comparación permite identificar diferencias relevantes en cantidades de obra, especialmente en partidas relacionadas con adoquinado, concreto y acero para sardineles.

Los resultados mostraron variaciones importantes, destacando incrementos superiores al 40% y 50% en partidas vinculadas a sardineles y acero de refuerzo. Estas diferencias se deben a que el modelo BIM permitió cuantificar con mayor precisión las dimensiones reales y la longitud efectiva de los elementos modelados, mientras que el expediente técnico tradicional recurrió a métodos simplificados de cálculo. En consecuencia, las variaciones observadas evidenciaron que la metodología BIM proporciona metrados más exactos y reduce la probabilidad de omisiones o subestimaciones en proyectos de infraestructura urbana.

En el caso del quinto expediente técnico, “*Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque*”, se procedió a la determinación de metrados a partir del modelo BIM desarrollado en Civil 3D y Revit. El proceso consistió en extraer las cantidades correspondientes a las partidas de veredas, rampas, sardineles, áreas verdes y elementos complementarios, utilizando la geometría tridimensional generada en el modelo. Posteriormente, estos valores fueron comparados con los metrados establecidos en el expediente técnico original.

Al igual que en los expedientes anteriores, el modelado BIM permitió identificar diferencias entre ambos enfoques, principalmente en las partidas relacionadas con rampas y elementos de concreto. Sin embargo, en este caso las variaciones porcentuales fueron menores en la mayoría de partidas, lo que evidencia una mayor coherencia entre el expediente técnico y el modelo tridimensional desarrollado. Estas diferencias reflejaron la capacidad de la metodología BIM para validar y optimizar los metrados de obra mediante una representación digital precisa de la infraestructura proyectada.

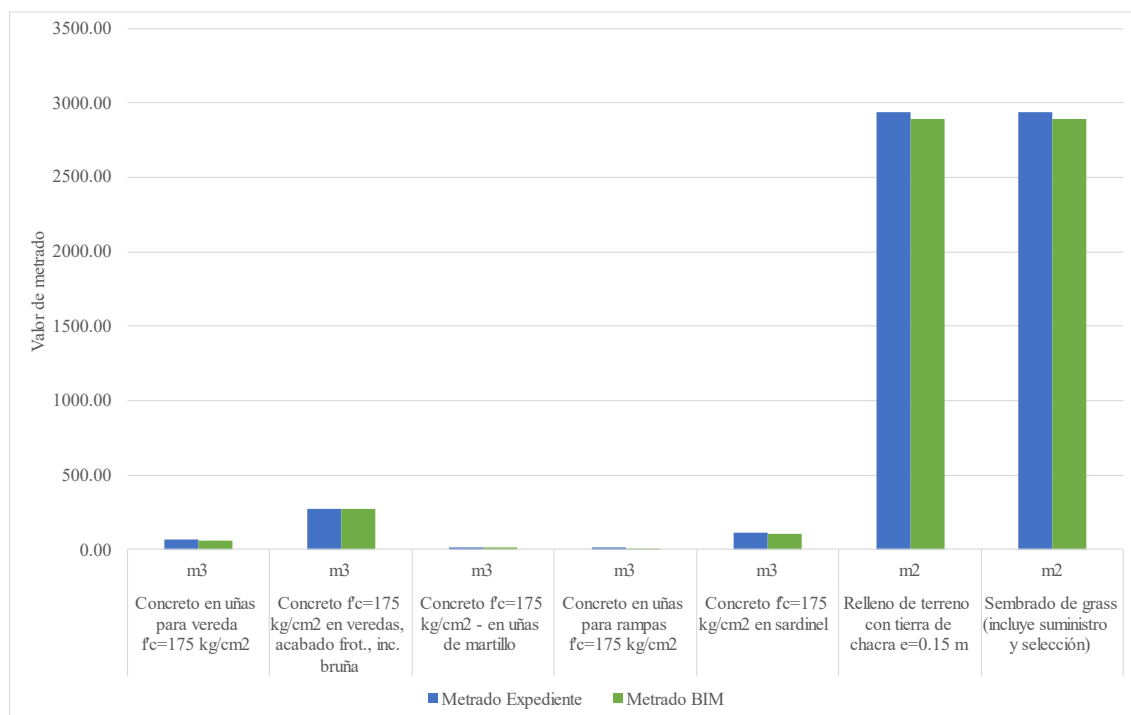
**Tabla 6**

*Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz*

| Partida                                                               | Unidad | Metrado Expediente | Metrado BIM | Variación Absoluta | Variación % |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Concreto en uñas para vereda $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$                | m3     | 64.62              | 61.33       | -3.29              | -5.09%      |
| Concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en veredas, acabado frot., inc. br | m3     | 270.83             | 270.60      | -0.23              | -0.09%      |
| Concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ - en uñas de martillo              | m3     | 13.16              | 12.94       | -0.22              | -1.68%      |
| Concreto en uñas para rampas $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$                | m3     | 18.48              | 6.17        | -12.31             | -66.62%     |
| Concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en sardinel                        | m3     | 110.23             | 109.79      | -0.44              | -0.40%      |
| Relleno de terreno con tierra de chacra $e=0.15 \text{ m}$            | m2     | 2935.32            | 2893.25     | -42.07             | -1.43%      |
| Sembrado de grass (incluye suministro y selección)                    | m2     | 2935.32            | 2893.25     | -42.07             | -1.43%      |

**Figura 21**

*Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – Upis  
Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz*



La tabla y el gráfico de barras presentan la comparación entre los metrados obtenidos mediante el expediente técnico original y aquellos generados a partir del modelo BIM, mostrando para cada partida las diferencias absolutas y porcentuales identificadas. Esta sistematización permitió evaluar el nivel de precisión alcanzado mediante el modelado tridimensional.

Los resultados comparativos mostraron que la mayoría de partidas presentan variaciones mínimas, inferiores al 5%, lo cual evidenció una adecuada consistencia entre el expediente técnico y el modelo BIM. No obstante, la partida correspondiente al concreto en uñas para rampas presentó una diferencia considerable de -66.62%, debido a que el modelado tridimensional permitió definir con mayor precisión las dimensiones reales de estos elementos. Esto demostró que la metodología BIM resultó especialmente útil en componentes de geometría variable o irregular, donde los métodos tradicionales pueden generar sobreestimaciones en las cantidades de obra.

En el caso del sexto expediente técnico, “*Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la Torre del distrito de La Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*”, se procedió a la determinación de metrados a partir del modelo BIM desarrollado en Civil 3D y Revit.

El proceso consistió en extraer los metrados correspondientes a pavimento asfáltico, veredas, rampas, sardineles y áreas verdes, utilizando las herramientas de cuantificación automática derivadas de la geometría modelada. Posteriormente, estos resultados fueron comparados con los metrados consignados en el expediente técnico original.

De manera similar a los expedientes anteriores, el modelado permitió identificar variaciones en diferentes partidas de obra, principalmente en los elementos asociados a rampas y concreto para uñas de vereda. No obstante, la mayoría de partidas presentó diferencias mínimas entre ambos enfoques, lo cual evidencia un alto nivel de concordancia entre el expediente técnico y el modelo BIM. Estas variaciones demuestran la utilidad de la metodología BIM como herramienta de validación y control de cantidades de obra.

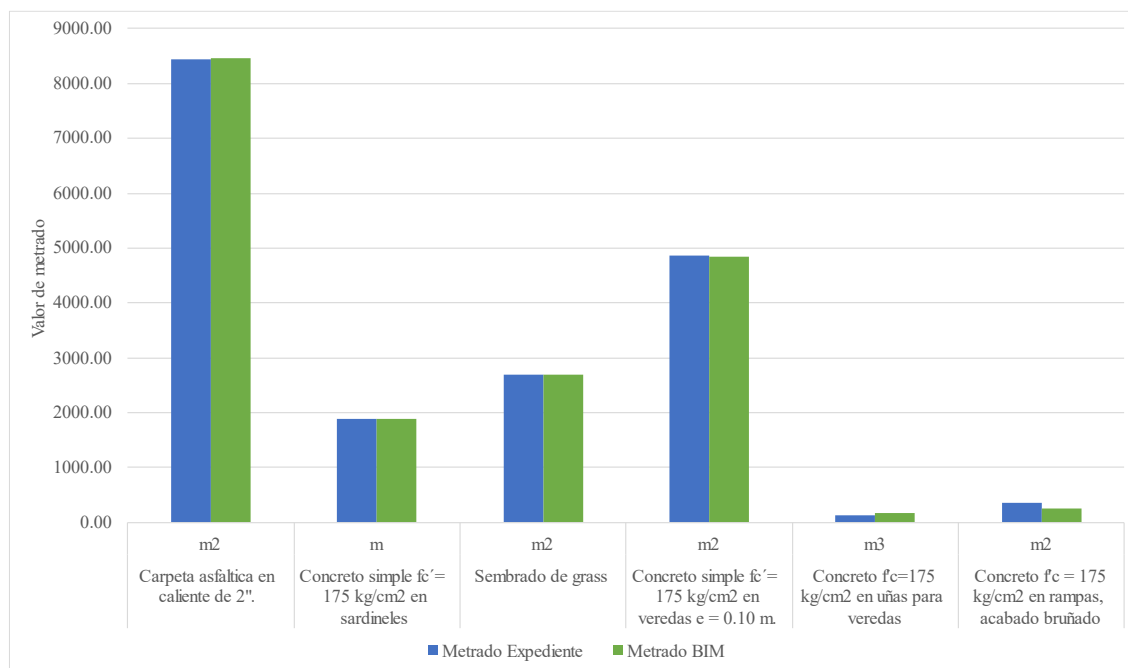
**Tabla 7**

*Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas – av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo*

| Partida                                                    | Unidad | Metrado Expediente | Metrado BIM | Variación Absoluta | Variación % |
|------------------------------------------------------------|--------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Carpeta asfáltica en caliente de 2".                       | m2     | 8449.16            | 8464.90     | 15.74              | 0.19%       |
| Concreto simple $f_c' = 175$ kg/cm2 en sardineles          | m      | 1894.54            | 1892.97     | -1.57              | -0.08%      |
| Sembrado de grass                                          | m2     | 2683.69            | 2688.00     | 4.31               | 0.16%       |
| Concreto simple $f_c' = 175$ kg/cm2 en veredas e = 0.10 m. | m2     | 4854.34            | 4845.42     | -8.92              | -0.18%      |
| Concreto $f_c = 175$ kg/cm2 en uñas para veredas           | m3     | 133.99             | 158.95      | 24.96              | 18.63%      |
| Concreto $f_c = 175$ kg/cm2 en rampas, acabado bruñado     | m2     | 346.56             | 257.37      | -89.19             | -25.74%     |

**Figura 22**

*Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo*



La tabla y el gráfico de barras presentan la comparación de metrados obtenidos mediante el expediente técnico y aquellos generados a partir del modelo BIM, indicando las diferencias absolutas y porcentuales para cada partida analizada.

Los resultados mostraron que las variaciones en la mayoría de partidas son menores al 1%, especialmente en carpeta asfáltica, sardineles, veredas y sembrado de grass, lo cual evidencia una alta precisión entre ambos métodos de cuantificación. Sin embargo, la partida correspondiente a concreto en rampas presentó una variación de -25.74%, mientras que el concreto en uñas para veredas muestra un incremento de 18.63%. Estas diferencias fueron explicadas por la capacidad del modelo BIM para representar con mayor exactitud la geometría de elementos específicos, que permitieron obtener metrados más precisos y ajustados a las dimensiones reales del proyecto.

En el caso del séptimo expediente técnico, “*Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Colectora entre la av. Las Américas y la calle Santa*

*Rosa distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*”, se procedió a la determinación de metrados a partir del modelo BIM desarrollado en Civil 3D y Revit.

El proceso consistió en extraer las cantidades correspondientes a pavimento rígido, ciclovía, rampas, sardineles y áreas verdes, a partir de la geometría tridimensional del modelo. Estos resultados fueron comparados con los metrados consignados en el expediente técnico original, con el objetivo de evaluar las diferencias entre el método tradicional y la cuantificación automática mediante BIM.

Al igual que en los expedientes anteriores, el modelado permitió identificar variaciones en distintas partidas de obra, principalmente en elementos vinculados a podotáctiles, rampas y áreas verdes. Asimismo, se observaron diferencias en las cantidades de pavimento y concreto para sardineles, evidenciando que el modelo BIM proporciona una representación más precisa de los componentes proyectados y mejora la confiabilidad de los metrados obtenidos.

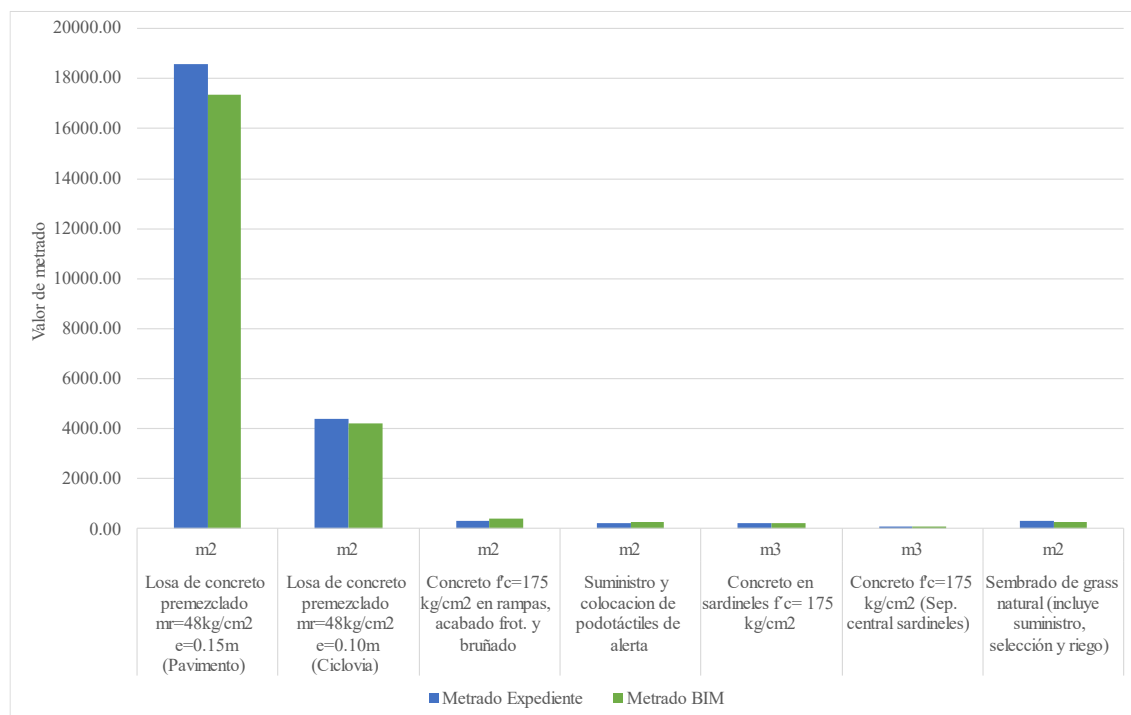
**Tabla 8**

*Comparación de metrados del expediente técnico y modelo BIM en partidas seleccionadas –avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo*

| Partida                                                                    | Unidad | Metrado Expediente | Metrado BIM | Variación Absoluta | Variación % |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Losa de concreto premezclado $m_r=48\text{kg/cm}^2$ $e=0.15\text{m}$ (Pa)  | m2     | 18598.41           | 17347.87    | -1250.54           | -6.72%      |
| Losa de concreto premezclado $m_r=48\text{kg/cm}^2$ $e=0.10\text{m}$ (Cic) | m2     | 4399.63            | 4197.78     | -201.85            | -4.59%      |
| Concreto $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ en rampas, acabado frot. y bruñido       | m2     | 335.76             | 384.81      | 49.05              | 14.61%      |
| Suministro y colocación de podotáctiles de alerta                          | m2     | 201.91             | 262.60      | 60.69              | 30.06%      |
| Concreto en sardineles $f_c=175\text{ kg/cm}^2$                            | m3     | 200.65             | 218.87      | 18.22              | 9.08%       |
| Concreto $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ (Sep. central sardineles)                | m3     | 95.22              | 80.34       | -14.88             | -15.63%     |
| Sembrado de grass natural (incluye suministro, selección y riego)          | m2     | 330.76             | 253.40      | -77.36             | -23.39%     |

**Figura 23**

*Comparación de metrados por partidas: expediente técnico vs modelo BIM – avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo*



La tabla y el gráfico de barras presentan la comparación entre los metrados obtenidos mediante el expediente técnico original y aquellos generados a partir del modelo BIM, indicando las diferencias absolutas y porcentuales para cada partida analizada. Los resultados comparativos mostraron variaciones considerables en algunas partidas, como el suministro y colocación de podotáctiles de alerta, que presenta un incremento de 30.06%, y el sembrado de grass natural, con una reducción de -23.39%. Asimismo, se observaron diferencias moderadas en rampas, sardineles y pavimento rígido. Estas variaciones se debieron a que el modelado BIM permitió cuantificar directamente las dimensiones reales de los elementos proyectados, mientras que el método tradicional que fue utilizado en el expediente técnico se basó en aproximaciones geométricas bidimensionales. En consecuencia, la aplicación de BIM mejoró la exactitud de los metrados y reduce la posibilidad de errores en la estimación de cantidades de obra.

### **3.3 Cálculo de la variación del costo entre el expediente técnico original y el costo optimizado mediante BIM**

Una vez obtenidos los metrados a partir del modelo BIM, se procedió al cálculo del costo optimizado del proyecto, utilizando los mismos precios unitarios establecidos en el expediente técnico original. Este enfoque permitió aislar el impacto de la variación en las cantidades, evitando que factores como fluctuaciones de precios o modificaciones en los análisis de costos unitarios influyeran en los resultados.

Para tal fin, la información fue organizada por partidas y subpartidas, comparando el presupuesto total estimado en el expediente original con el presupuesto generado a partir de los metrados extraídos del modelo BIM. Esta comparación permitió identificar con claridad las consecuencias económicas de posibles omisiones, sobreestimaciones o subestimaciones en el expediente inicial.

El análisis evidenció que la aplicación de la metodología BIM no solo incrementa la precisión geométrica y volumétrica del proyecto, sino que también contribuye considerablemente a la confiabilidad en la estimación de costos. En varias partidas se detectaron diferencias sustanciales, tanto al alza como a la baja, producto de una representación tridimensional más detallada y realista de los componentes del proyecto.

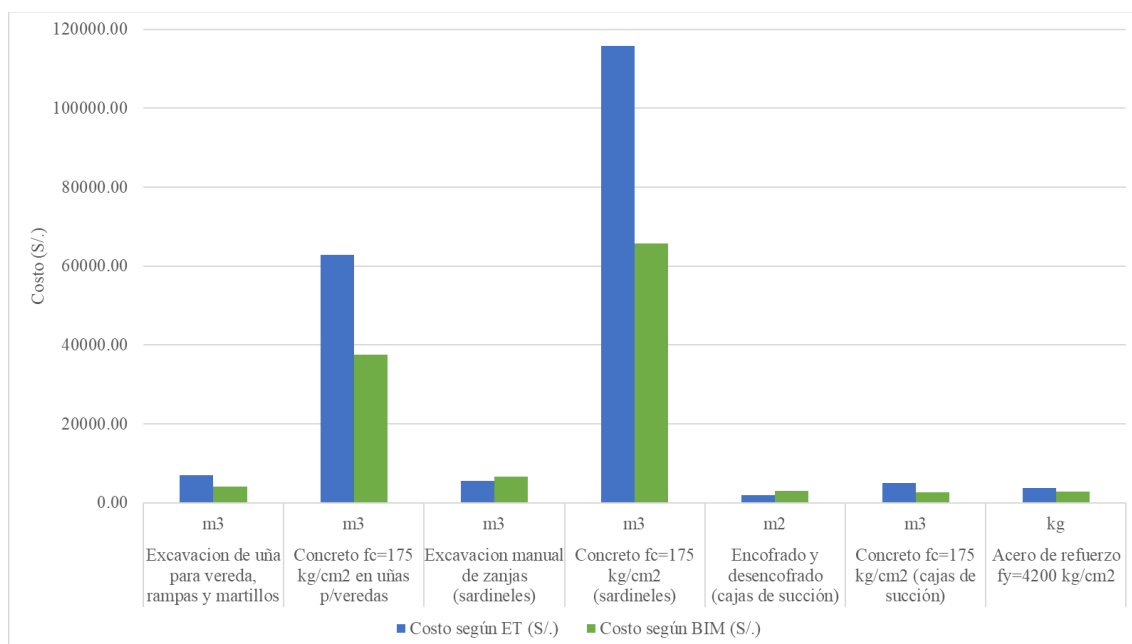
Como resultado, se observó una variación global en el presupuesto, reflejo directo de la mayor exactitud en la cuantificación de los elementos constructivos. Este hallazgo puso de manifiesto la importancia de incorporar herramientas BIM desde las etapas de formulación y evaluación de proyectos, con el fin de optimizar la asignación de recursos y reducir incertidumbres presupuestales.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo que muestra las partidas con mayores diferencias, así como el costo total estimado bajo ambos enfoques:

**Tabla 9***Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria*

| Partida                                           | Unidad | Costo según ET (S/.) | Costo según BIM (S/.) | Variación Absoluta | Variación % |
|---------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Excavacion de uña para vereda, rampas y martillos | m3     | 6951.92              | 4144.24               | -2807.68           | -40.39%     |
| Concreto fc=175 kg/cm2 en uñas p/veredas          | m3     | 62873.92             | 37480.92              | -25393.00          | -40.39%     |
| Excavacion manual de zanjas (sardineles)          | m3     | 5543.24              | 6675.08               | 1131.84            | 20.42%      |
| Concreto fc=175 kg/cm2 (sardineles)               | m3     | 115696.45            | 65797.06              | -49899.39          | -43.13%     |
| Encofrado y desencofrado (cajas de succión)       | m2     | 2056.67              | 3061.63               | 1004.96            | 48.86%      |
| Concreto fc=175 kg/cm2 (cajas de succión)         | m3     | 5038.08              | 2657.66               | -2380.43           | -47.25%     |
| Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2                  | kg     | 3811.50              | 2881.49               | -930.01            | -24.40%     |

*Nota.* Se presentan las diferencias de costos por partidas representativas, calculadas con los metrados extraídos del modelo BIM.

**Figura 24***Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria*

*Nota.* Se muestra la variación de costos estimados entre el expediente técnico original y los valores obtenidos mediante modelado BIM.

Asimismo, se llevó a cabo la comparación del costo directo total entre el expediente técnico elaborado bajo el enfoque tradicional y el costo estimado a partir de los metrados obtenidos mediante el modelado BIM. Esta comparación integral permitió cuantificar el impacto económico global derivado de las variaciones en las cantidades de obra.

Como resultado del análisis, se identificó una diferencia de S/. 118,515.48, lo que representa una disminución del 6.15 % respecto al presupuesto original. Este hallazgo evidenció cómo la implementación de la metodología BIM puede influir de manera

considerable en la precisión presupuestal del proyecto, al reducir errores de metrado y permitir una planificación más fiel a las condiciones reales del entorno modelado. En consecuencia, el uso de BIM no solo mejoró la calidad técnica del expediente, sino que también contribuyó a una gestión más eficiente y racional de los recursos económicos.

Una vez culminado el análisis del primer proyecto, se aplicó el mismo procedimiento metodológico al segundo expediente técnico: “Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el P.J. Túpac Amaru y P.J. Ampliación Túpac Amaru del distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”.

Al igual que en el caso anterior, los metrados fueron obtenidos directamente a partir del modelo BIM desarrollado en Civil 3D, manteniendo los precios unitarios establecidos en el expediente técnico original. Este enfoque permitió comparar de manera objetiva las diferencias presupuestales derivadas únicamente de las cantidades de obra, descartando cualquier alteración por cambios en precios o rendimientos.

La información se organizó por partidas, permitiendo identificar discrepancias entre los valores del expediente original y aquellos derivados del modelado BIM. Entre las partidas con mayores variaciones se encontraron las de excavación, veredas de concreto y rampas de concreto, lo cual se debió principalmente a la representación más precisa de las secciones transversales y los alineamientos en planta obtenida a través del entorno tridimensional.

**Tabla 10**

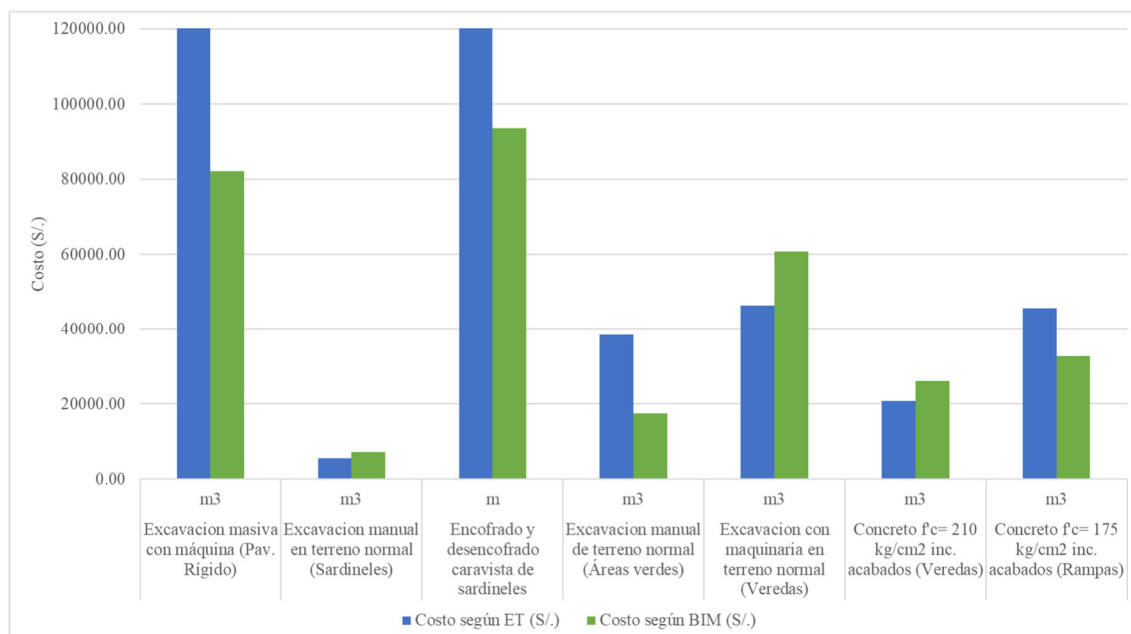
*Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- Túpac Amaru*

| Partida                                               | Unidad | Costo según ET (S/.) | Costo según BIM (S/.) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Excavacion masiva con máquina (Pav. Rígido)           | m3     | 148029.89            | 82143.73              | -65886.16          | -44.51%     |
| Excavacion manual en terreno normal (Sardineles)      | m3     | 5556.13              | 7261.14               | 1705.01            | 30.69%      |
| Encofrado y desencofrado caravista de sardineles      | m      | 168855.57            | 93627.57              | -75228.00          | -44.55%     |
| Excavacion manual de terreno normal (Áreas verdes)    | m3     | 38479.31             | 17472.72              | -21006.59          | -54.59%     |
| Excavacion con maquinaria en terreno normal (Veredas) | m3     | 46513.89             | 60726.96              | 14213.07           | 30.56%      |
| Concreto f'c= 210 kg/cm2 inc. acabados (Veredas)      | m3     | 20834.30             | 26090.24              | 5255.94            | 25.23%      |
| Concreto f'c= 175 kg/cm2 inc. acabados (Rampas)       | m3     | 45658.74             | 32812.44              | -12846.31          | -28.14%     |

*Nota.* Se presentan las diferencias de costos por partidas representativas, calculadas con los metrados extraídos del modelo BIM del segundo proyecto.

**Figura 25**

*Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– Túpac Amaru*



*Nota.* Se muestra la variación de costos estimados entre el expediente técnico original y los valores obtenidos mediante modelado BIM en el segundo caso.

Al finalizar el análisis, se determinó que el costo directo total optimizado mediante BIM fue S/. 9'149,679.42, en comparación con los S/. 9'354,668.69 establecidos en el expediente técnico tradicional. Esto representó una variación del 2.19%, reflejo de una mayor precisión en la cuantificación y definición geométrica del proyecto.

Este resultado reafirmó la utilidad del modelado BIM como herramienta clave para mejorar la calidad técnica de los expedientes, reducir riesgos de sobrecostos y optimizar la asignación de recursos desde la etapa de planificación.

Al igual que en el segundo expediente técnico analizado, tras la comparación de metrados fue necesario calcular la repercusión económica de dichas diferencias en las partidas principales de la obra. Este proceso permitió determinar la variación del costo total del proyecto, contrastando el presupuesto consignado en el expediente técnico original con aquel obtenido a partir de los metrados optimizados mediante el modelado BIM.

El análisis de costos se estructuró sobre la base de los metrados previamente validados, a los cuales se aplicaron los precios unitarios establecidos en el expediente original, con el

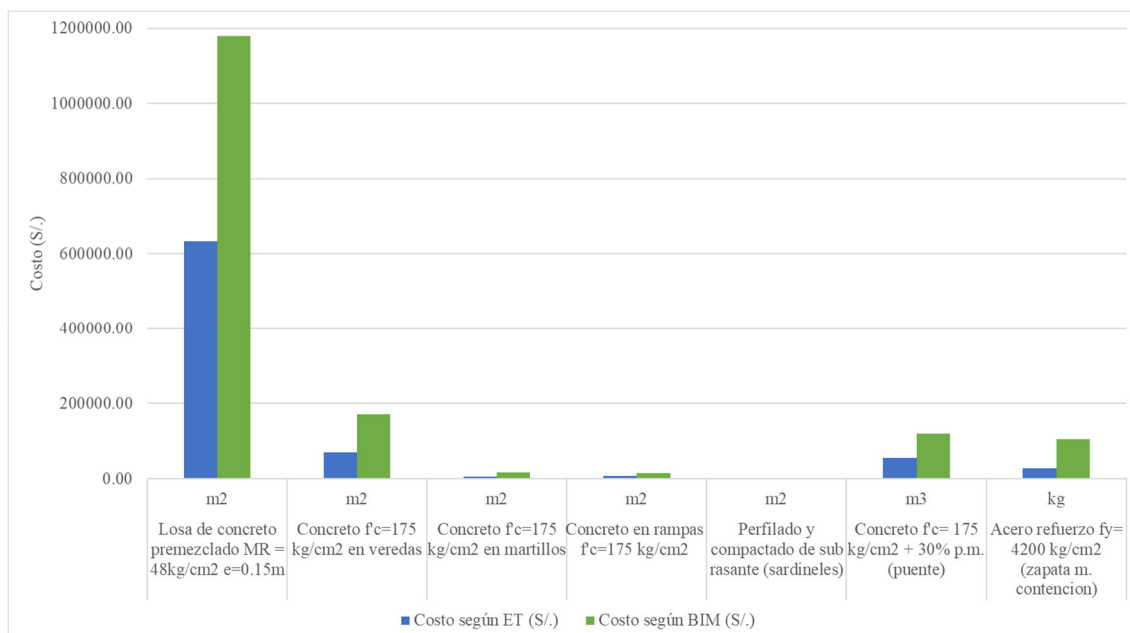
fin de mantener la uniformidad en la comparación. De esta manera, las diferencias encontradas en las cantidades de obra se trasladan directamente al presupuesto, evidenciando el impacto real que tiene la precisión del modelado BIM sobre la estimación económica del proyecto.

**Tabla 11**

*Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM -Av. Pedro Cieza de León*

| Partida                                               | Unidad | Costo según ET (S/.) | Costo según BIM (S/.) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Losa de concreto premezclado MR = 48kg/cm2 e=0.15m    | m2     | 634421.71            | 1178138.73            | 543717.02          | 85.70%      |
| Concreto f'c=175 kg/cm2 en veredas                    | m2     | 70405.71             | 171827.30             | 101421.59          | 144.05%     |
| Concreto f'c=175 kg/cm2 en martillos                  | m2     | 5185.35              | 16194.30              | 11008.95           | 212.31%     |
| Concreto en rampas f'c=175 kg/cm2                     | m2     | 7280.95              | 14391.76              | 7110.81            | 97.66%      |
| Perfilado y compactado de sub rasante (sardineles)    | m2     | 439.73               | 1451.67               | 1011.95            | 230.13%     |
| Concreto f'c= 175 kg/cm2 + 30% p.m. (puente)          | m3     | 54773.92             | 119020.82             | 64246.89           | 117.29%     |
| Acero refuerzo fy= 4200 kg/cm2 (zapata m. contencion) | kg     | 28442.82             | 104850.58             | 76407.76           | 268.64%     |

**Figura 26.** *Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- Av. Pedro Cieza de León*



Al concluir el análisis económico, se obtuvo que el costo directo total optimizado a partir del modelado BIM ascendió a S/. 3'959,825.53, frente a los S/. 2'626,898.68 consignados en el expediente técnico original. La diferencia representó un 50.74%, lo que evidenció que el empleo de BIM no solo mejora la precisión en el cálculo de metrados, sino que

también permitió reflejar con mayor fidelidad la magnitud real de las partidas que conforman el proyecto.

Este hallazgo puso de manifiesto que la adopción de metodologías digitales contribuye a elaborar presupuestos más ajustados a la realidad constructiva, reduciendo la posibilidad de sobrestimaciones o subvaloraciones en los costos y favoreciendo una planificación más eficiente de los recursos.

Al igual que en los expedientes técnicos anteriores, tras la comparación de metrados fue necesario calcular la repercusión económica de dichas diferencias en las principales partidas de obra del proyecto “Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”. Este proceso permitió determinar la variación del costo total del proyecto, contrastando el presupuesto consignado en el expediente técnico original con aquel obtenido a partir de los metrados optimizados mediante el modelado BIM.

El análisis de costos se realizó utilizando los mismos precios unitarios establecidos en el expediente técnico original, de modo que las diferencias observadas respondan únicamente a las variaciones en las cantidades de obra obtenidas mediante el modelo tridimensional. Esto permitió evaluar con mayor precisión el impacto económico derivado de la aplicación de la metodología BIM.

Los resultados evidenciaron diferencias considerables en partidas relacionadas con sardineles, acero de refuerzo y adoquinado, debido a la mayor precisión geométrica alcanzada mediante el modelado digital. Asimismo, se identificaron reducciones importantes en partidas vinculadas a áreas verdes y concreto para losas de acceso, reflejando ajustes en las cantidades originalmente consideradas en el expediente técnico.

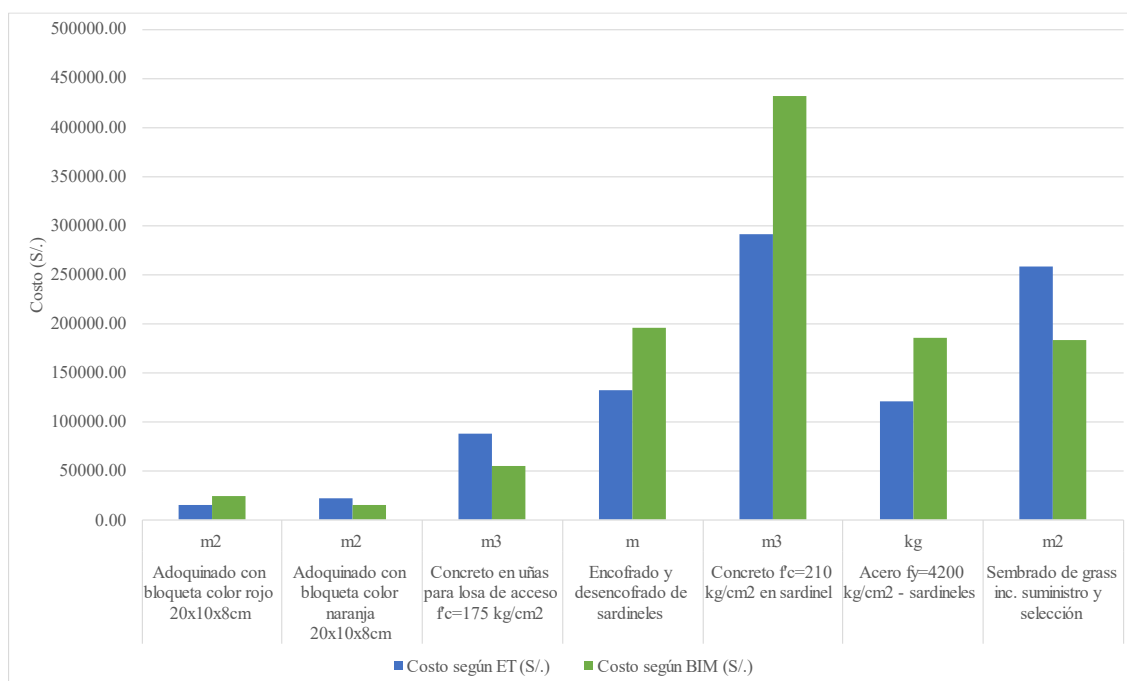
**Tabla 12**

*Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM–urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz*

| Partida                                               | Unidad | Costo según ET (S/.) | Costo según BIM (S/.) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Adoquinado con bloqueta color rojo 20x10x8cm          | m2     | 14456.10             | 23594.35              | 9138.25            | 63.21%      |
| Adoquinado con bloqueta color naranja 20x10x8cm       | m2     | 22069.58             | 15019.27              | -7050.31           | -31.95%     |
| Concreto en uñas para losa de acceso $f_c=175$ kg/cm2 | m3     | 87480.05             | 55095.15              | -32384.90          | -37.02%     |
| Encofrado y desencofrado de sardineles                | m      | 131546.08            | 195685.96             | 64139.89           | 48.76%      |
| Concreto $f_c=210$ kg/cm2 en sardinel                 | m3     | 290762.39            | 432533.76             | 141771.37          | 48.76%      |
| Acero $f_y=4200$ kg/cm2 - sardineles                  | kg     | 121015.41            | 185378.96             | 64363.55           | 53.19%      |
| Sembrado de grass inc. suministro y selección         | m2     | 258431.16            | 183368.80             | -75062.36          | -29.05%     |

**Figura 27**

*Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM-urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz*



La tabla y el gráfico presentan la comparación de costos entre el expediente técnico original y el presupuesto generado a partir de los metrados obtenidos mediante BIM, mostrando las diferencias absolutas y porcentuales en las principales partidas de obra.

Los resultados comparativos mostraron variaciones importantes en diversas partidas, destacando incrementos superiores al 48% y 53% en concreto y acero para sardineles, así como reducciones considerables en sembrado de grass y concreto en uñas para losas de acceso. Estas diferencias se debieron a que el modelo BIM permitió cuantificar con mayor exactitud las dimensiones reales y la configuración geométrica de los elementos proyectados. En consecuencia, el análisis económico evidenció que la metodología BIM mejora la confiabilidad de los presupuestos y permite una estimación más precisa de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.

Se obtuvo un costo total de S/. 15'963,895.09 según el expediente técnico original y S/. 16'590,207.78 según el modelo BIM, generándose una diferencia de S/. 626,312.69, equivalente a un incremento aproximado del 3.92%. Este resultado evidenció que la metodología BIM permitió obtener presupuestos más ajustados a la realidad constructiva, mejorando la confiabilidad en la planificación económica del proyecto.

Al igual que en los expedientes anteriores, luego de determinar los metrados optimizados mediante BIM para el proyecto “Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque”, se procedió a calcular la variación del costo entre el expediente técnico original y el presupuesto obtenido a partir del modelo tridimensional.

Para ello, se mantuvieron los precios unitarios establecidos en el expediente técnico original, permitiendo que las diferencias económicas respondan exclusivamente a las variaciones en las cantidades de obra determinadas mediante BIM. El análisis se organizó por partidas, considerando principalmente elementos de concreto, veredas, rampas, sardineles y áreas verdes.

Los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de partidas presentan variaciones económicas mínimas, reflejando una adecuada correspondencia entre el expediente técnico y el modelo BIM. Sin embargo, se identificó una diferencia considerable en la partida correspondiente al concreto en uñas para rampas, debido a que el modelado tridimensional permitió definir con mayor precisión la geometría real de estos elementos.

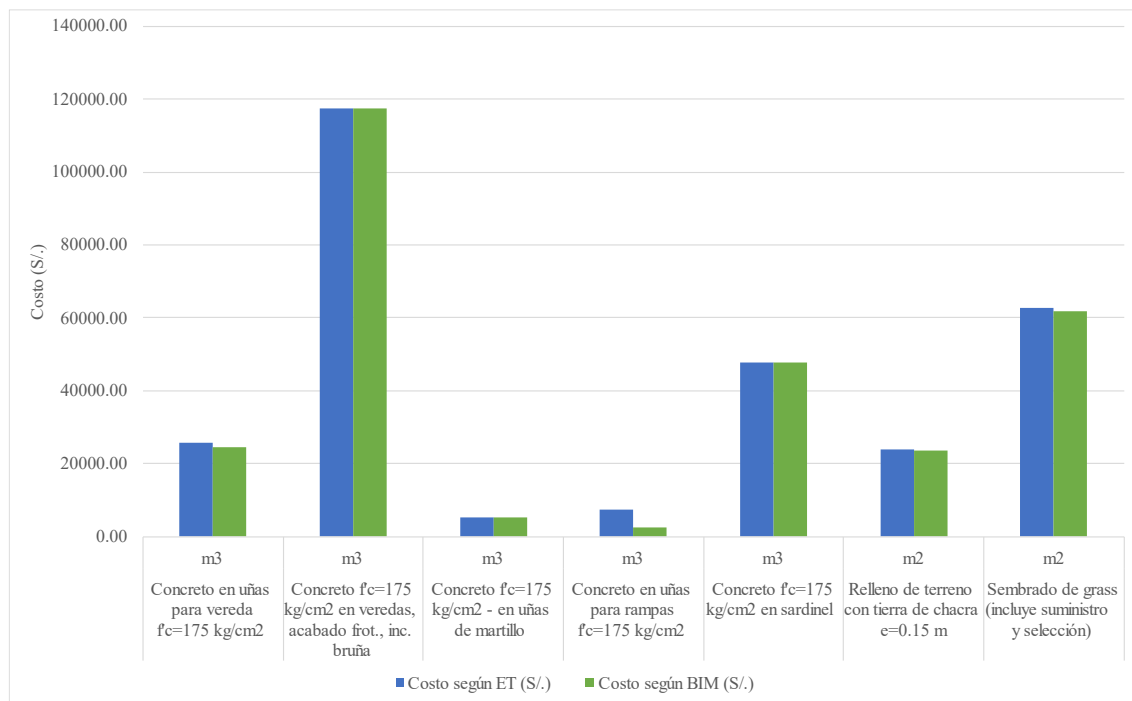
**Tabla 13**

*Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM– Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz*

| Partida                                                                     | Unidad         | Costo según ET (S/.) | Costo según BIM (S/.) | Variación Absoluta | Variación % |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Concreto en uñas para vereda $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>                   | m <sup>3</sup> | 25709.07             | 24400.54              | -1308.53           | -5.09%      |
| Concreto $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> en veredas, acabado frot., inc. bruña | m <sup>3</sup> | 117564.59            | 117463.89             | -100.71            | -0.09%      |
| Concreto $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> - en uñas de martillo                 | m <sup>3</sup> | 5235.71              | 5147.78               | -87.92             | -1.68%      |
| Concreto en uñas para rampas $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>                   | m <sup>3</sup> | 7352.27              | 2453.94               | -4898.33           | -66.62%     |
| Concreto $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> en sardinel                           | m <sup>3</sup> | 47849.74             | 47657.00              | -192.74            | -0.40%      |
| Relleno de terreno con tierra de chacra $e=0.15$ m                          | m <sup>2</sup> | 24010.92             | 23666.79              | -344.14            | -1.43%      |
| Sembrado de grass (incluye suministro y selección)                          | m <sup>2</sup> | 62698.44             | 61799.82              | -898.62            | -1.43%      |

**Figura 28**

*Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz*



La tabla y el gráfico comparativo presentan las diferencias de costos entre el expediente técnico original y el presupuesto generado a partir del modelo BIM, permitiendo identificar el impacto económico de las variaciones de metrados en cada partida analizada.

Los resultados evidenciaron que la mayoría de partidas presentan variaciones menores al 2%, lo cual demostró una alta consistencia entre ambos enfoques de cálculo. No obstante, la partida de concreto en uñas para rampas presentó una reducción de 66.62%,

representando la diferencia económica más relevante del análisis. Esta variación se explicó por la precisión alcanzada mediante el modelado BIM en elementos de geometría irregular, permitiendo optimizar la estimación de cantidades y mejorar la confiabilidad del presupuesto del proyecto.

Se obtuvo un costo total de S/. 2'894,287.47 según el expediente técnico original y S/. 2'886,134.44 según el modelo BIM, lo que representó una reducción de S/. 8,153.03 equivalente a aproximadamente 0.28%. Este resultado demostró que el modelado BIM contribuye a optimizar la estimación económica del proyecto, permitiendo identificar sobreestimaciones en determinadas partidas y mejorando la precisión presupuestal.

Al igual que en el análisis de los expedientes anteriores, en el proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la Torre del distrito de La Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se procedió a evaluar el impacto económico de las diferencias de metrados identificadas mediante el modelado BIM.

El análisis de costos se realizó aplicando los precios unitarios del expediente técnico original a los metrados obtenidos del modelo BIM, con la finalidad de mantener uniformidad en la comparación y determinar exclusivamente el efecto económico derivado de las variaciones en cantidades de obra.

Los resultados evidenciaron que la mayoría de partidas presentan diferencias económicas mínimas, especialmente en carpeta asfáltica, sardineles, veredas y áreas verdes. Sin embargo, se identificaron variaciones más relevantes en las partidas correspondientes a concreto en uñas para veredas y concreto en rampas, debido a la mayor precisión geométrica alcanzada mediante el modelado tridimensional.

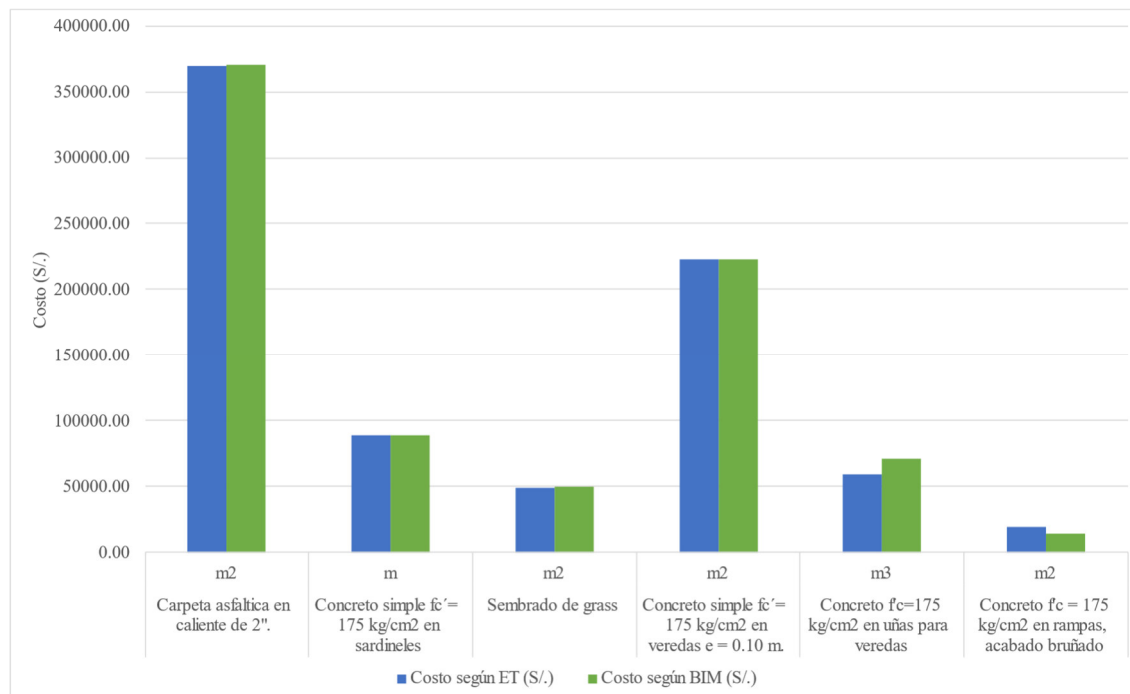
**Tabla 14**

*Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo*

| Partida                                                     | Unidad | Costo según ET (S/.) | Costo según BIM (S/.) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Carpeta asfáltica en caliente de 2".                        | m2     | 369481.77            | 370170.08             | 688.31             | 0.19%       |
| Concreto simple $f_c = 175$ kg/cm2 en sardineles            | m      | 88721.31             | 88647.85              | -73.46             | -0.08%      |
| Sembrado de grass                                           | m2     | 49433.57             | 49512.96              | 79.39              | 0.16%       |
| Concreto simple $f_c = 175$ kg/cm2 en veredas $e = 0.10$ m. | m2     | 223251.10            | 222840.87             | -410.23            | -0.18%      |
| Concreto $f_c = 175$ kg/cm2 en uñas para veredas            | m3     | 59630.91             | 70740.44              | 11109.53           | 18.63%      |
| Concreto $f_c = 175$ kg/cm2 en rampas, acabado bruñado      | m2     | 19289.53             | 14325.21              | -4964.32           | -25.74%     |

**Figura 29**

*Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM- av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo*



La tabla y el gráfico presentan la comparación de costos entre el expediente técnico original y el presupuesto optimizado mediante BIM, indicando las diferencias absolutas y porcentuales en cada partida analizada.

Los resultados comparativos mostraron que las variaciones en la mayoría de partidas son menores al 1%, evidenciando una alta concordancia entre el presupuesto tradicional y el obtenido mediante modelado BIM. No obstante, la partida de concreto en uñas para veredas presentó un incremento de 18.63%, mientras que el concreto en rampas mostró una reducción de 25.74%. Estas diferencias reflejaron la capacidad de la metodología BIM para representar con mayor exactitud la geometría de los elementos constructivos, permitiendo obtener presupuestos más precisos y ajustados a las condiciones reales del proyecto.

El costo directo del expediente técnico original fue de S/. 2'271,582.31, mientras que el obtenido mediante el modelo BIM fue de S/. 2'275,033.07, generándose una diferencia de S/. 3,450.76, equivalente a un incremento aproximado del 0.15%. Este resultado

evidenció que el expediente técnico presenta un alto nivel de precisión en la estimación de costos, aunque el modelado BIM permite ajustar determinadas partidas específicas y mejorar la confiabilidad general del presupuesto.

Al igual que en los casos anteriores, una vez obtenidos los metrados optimizados mediante BIM para el expediente técnico “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Colectora entre la av. Las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se procedió a calcular la variación del costo entre el presupuesto original y el generado a partir del modelo tridimensional.

El análisis económico se desarrolló manteniendo los precios unitarios establecidos en el expediente técnico original, de manera que las diferencias identificadas respondan únicamente a las variaciones en las cantidades de obra calculadas mediante BIM. La comparación se realizó en partidas relacionadas con pavimento rígido, ciclovía, rampas, sardineles, podotáctiles y áreas verdes.

Los resultados evidenciaron variaciones importantes en determinadas partidas, principalmente en podotáctiles de alerta, rampas y sembrado de grass natural. Asimismo, se observaron diferencias moderadas en los costos asociados al pavimento rígido y a los sardineles, producto de la mayor precisión geométrica obtenida mediante el modelado BIM.

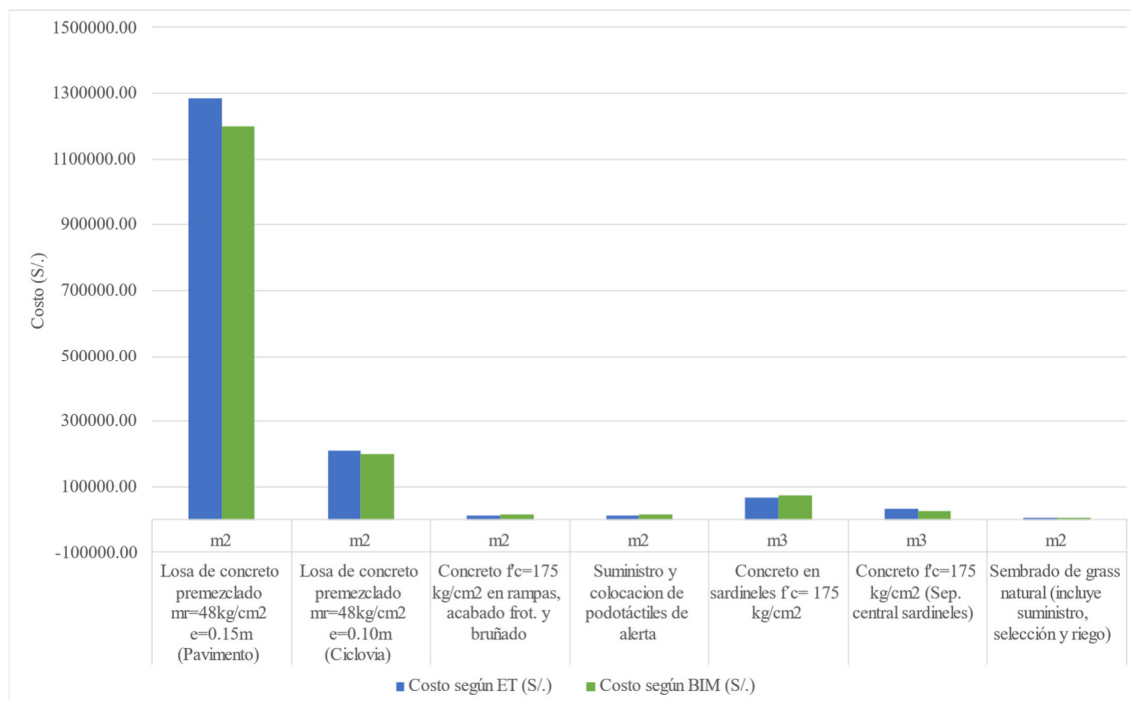
**Tabla 15**

*Comparación de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM–avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo*

| Partida                                                                     | Unidad         | Costo según ET (S/.) | Costo según BIM (S/.) | Variación Absoluta | Variación % |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Losa de concreto premezclado $m=48\text{kg/cm}^2$ $e=0.15\text{m}$ (Pavim)  | m <sup>2</sup> | 1284592.18           | 1198217.15            | -86375.03          | -6.72%      |
| Losa de concreto premezclado $m=48\text{kg/cm}^2$ $e=0.10\text{m}$ (Ciclov) | m <sup>2</sup> | 209686.37            | 200066.19             | -9620.17           | -4.59%      |
| Concreto $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ en rampas, acabado frot. y bruñado        | m <sup>2</sup> | 13057.71             | 14965.26              | 1907.55            | 14.61%      |
| Suministro y colocación de podotáctiles de alerta                           | m <sup>2</sup> | 12019.70             | 15632.58              | 3612.88            | 30.06%      |
| Concreto en sardineles $f_c=175\text{ kg/cm}^2$                             | m <sup>3</sup> | 68182.88             | 74374.89              | 6192.02            | 9.08%       |
| Concreto $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ (Sep. central sardineles)                 | m <sup>3</sup> | 32356.71             | 27300.00              | -5056.71           | -15.63%     |
| Sembrado de grass natural (incluye suministro, selección y riego)           | m <sup>2</sup> | 6294.36              | 4822.20               | -1472.16           | -23.39%     |

**Figura 30**

*Comparación gráfica de costos por partidas: expediente técnico vs modelo BIM-avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo*



La tabla y el gráfico presentan la comparación de costos obtenidos mediante el expediente técnico original y aquellos calculados a partir de los metrados derivados del modelo BIM, indicando las diferencias absolutas y porcentuales en las partidas seleccionadas.

Los resultados mostraron variaciones considerables en algunas partidas, destacando el incremento de 30.06% en el suministro y colocación de podotáctiles de alerta, así como la reducción de 23.39% en sembrado de grass natural. Del mismo modo, se identificaron diferencias moderadas en pavimento rígido, rampas y sardineles. Estas variaciones evidenciaron que la metodología BIM permitió una representación más precisa de los componentes proyectados y mejora la confiabilidad en la estimación económica de la obra, contribuyendo a una planificación presupuestal más eficiente y ajustada a las condiciones reales del proyecto.

Se obtuvo un costo total de S/. 5,456,058.94 según el expediente técnico original y S/. 5,316,444.04 según el modelo BIM, generándose una diferencia de S/. 139,614.90 equivalente a una reducción aproximada del 2.56%. Este resultado demostró que el

modelado BIM permitió optimizar la cuantificación de diversas partidas de obra, reduciendo sobreestimaciones y mejorando la precisión del presupuesto total del proyecto.

### **3.4. Evaluar la variación del plazo de ejecución del expediente técnico original vs. el plazo optimizado con BIM**

El plazo de ejecución constituye uno de los factores más críticos en la gestión de proyectos, ya que de él dependen aspectos clave como los costos indirectos, la asignación de recursos, la coordinación de equipos y el cumplimiento de los compromisos contractuales. En este contexto, se procedió a comparar el cronograma de obra establecido en el expediente técnico original “Mejoramiento de la infraestructura vial y peatonal de la 1°, 2° y 3° etapa de la habilitación urbana municipal, distrito de la Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque” con el cronograma optimizado generado a partir de la simulación 4D realizada en Autodesk Navisworks, empleando como base el modelo BIM desarrollado previamente.

Para la elaboración del cronograma optimizado se consideraron los siguientes aspectos fundamentales:

- **Vinculación directa de las actividades con los elementos modelados** en Civil 3D y Revit, lo que permitió definir con mayor precisión la secuencia constructiva y los tiempos reales asociados a cada partida.
- **Identificación de interferencias físicas no previstas** en el expediente original, cuya detección temprana en el entorno BIM facilitó la reprogramación de actividades con el fin de evitar retrabajos y paralizaciones.
- **Simulación constructiva mediante Navisworks Manage**, lo que permitió visualizar en tiempo real los conflictos temporales, analizar su impacto y realizar los ajustes necesarios en la secuencia de actividades.

Como resultado de esta evaluación, se identificó una reducción de 15 días en el plazo de ejecución, pasando de 90 a 75 días calendario, lo que representa una disminución del 16.67 % respecto al cronograma original. Esta variación evidenció el impacto positivo de la metodología BIM en la programación de obras, al permitir una planificación más coherente con las condiciones reales del proyecto, mejorar la coordinación entre especialidades y optimizar la secuencia de actividades constructivas.

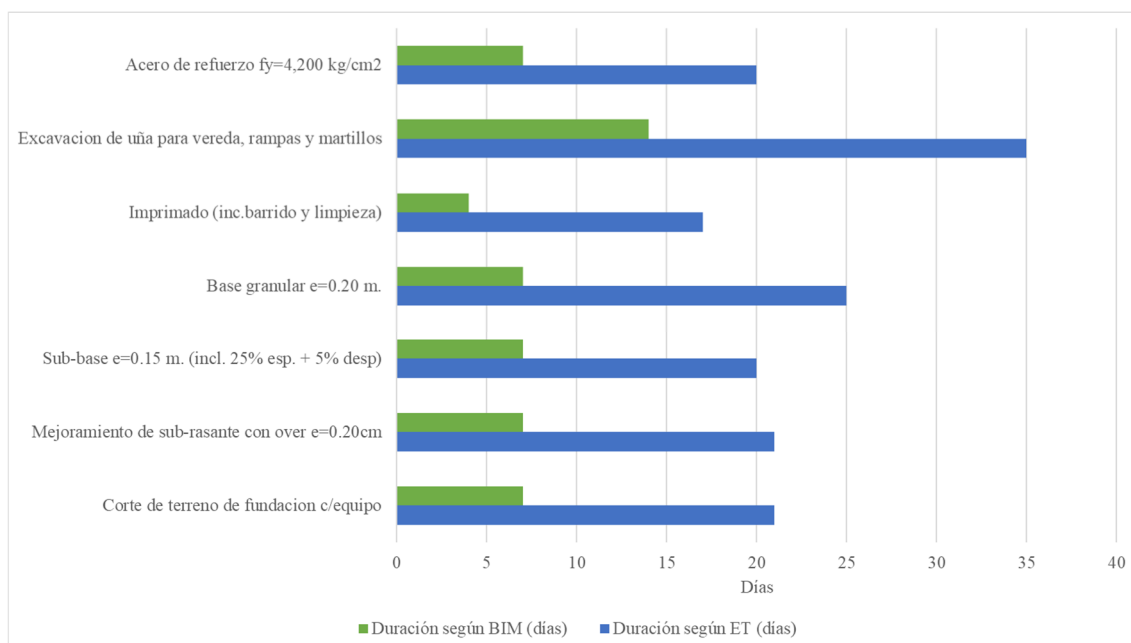
**Tabla 16**

*Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado– La Victoria*

| Partida                                           | Rendimiento              | Duración según ET (días) | Duración según BIM (días) | Variación Absoluta | Variación % |
|---------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Corte de terreno de fundacion c/equipo            | 750 m <sup>3</sup> /día  | 21                       | 7                         | -14                | -66.67%     |
| Mejoramiento de sub-rasante con over e=0.20cm     | 1000 m <sup>2</sup> /día | 21                       | 7                         | -14                | -66.67%     |
| Sub-base e=0.15 m. (incl. 25% esp. + 5% desp)     | 1000 m <sup>2</sup> /día | 20                       | 7                         | -13                | -65.00%     |
| Base granular e=0.20 m.                           | 900 m <sup>2</sup> /día  | 25                       | 7                         | -18                | -72.00%     |
| Imprimado (inc.barrido y limpieza)                | 2000 m <sup>2</sup> /día | 17                       | 4                         | -13                | -76.47%     |
| Excavacion de uña para vereda, rampas y martillos | 3.50 m <sup>3</sup> /día | 35                       | 14                        | -21                | -60.00%     |
| Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm <sup>2</sup>     | 220 kg/día               | 20                       | 7                         | -13                | -65.00%     |

**Figura 31**

*Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM– La Victoria*



Al igual que en el primer expediente técnico evaluado, en este segundo caso se procedió a comparar el plazo de ejecución establecido en la documentación original con el plazo optimizado obtenido mediante la metodología BIM.

El expediente técnico original establecía un plazo de ejecución de 270 días calendario, mientras que la planificación optimizada mediante el uso de Navisworks permitió

reducirlo a 210 días calendario, lo que representa una disminución del 22.22% respecto al cronograma inicial. Esta optimización se fundamentó en la detección temprana de interferencias, la secuenciación más eficiente de las partidas críticas (como excavación, base granular y pavimento rígido), y la mejora en la coordinación entre procesos constructivos. La metodología BIM demostró, en este caso, su capacidad para acortar plazos sin afectar la calidad ni la seguridad del proyecto.

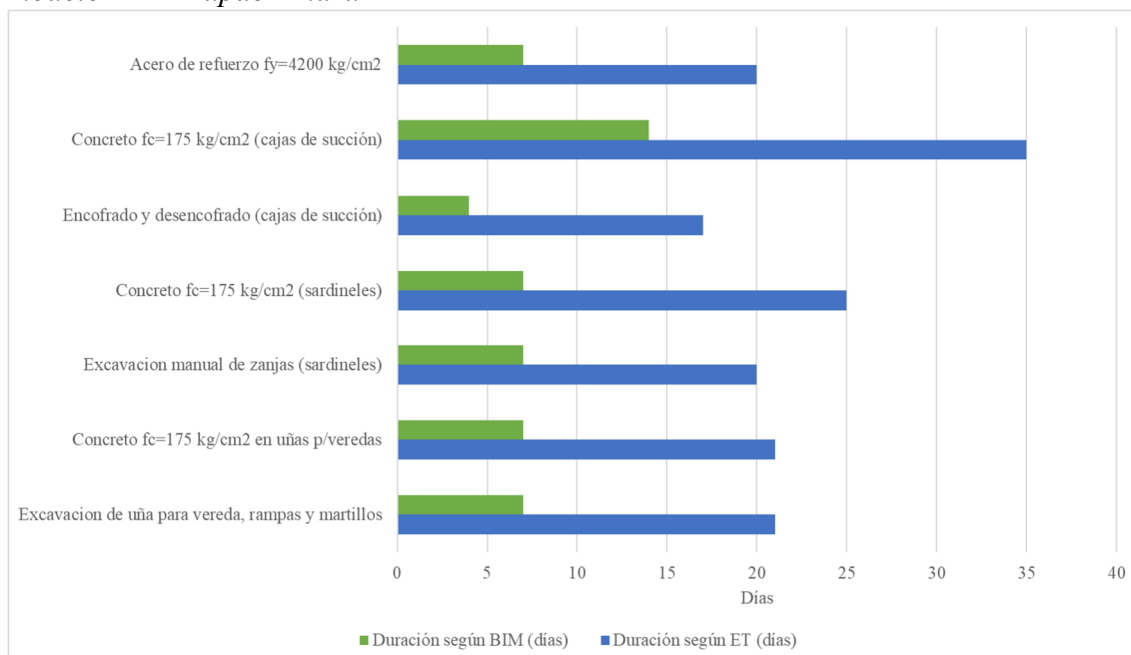
**Tabla 17**

*Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado- Túpac Amaru*

| Partida                                               | Rendimiento              | Duración según ET (días) | Duración según BIM (días) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Excavacion de uña para vereda, rampas y martillos     | 750 m <sup>3</sup> /día  | 21                       | 7                         | -14                | -66.67%     |
| Concreto fc=175 kg/cm <sup>2</sup> en uñas p/veredas  | 1000 m <sup>2</sup> /día | 21                       | 7                         | -14                | -66.67%     |
| Excavacion manual de zanjas (sardineles)              | 1000 m <sup>2</sup> /día | 20                       | 7                         | -13                | -65.00%     |
| Concreto fc=175 kg/cm <sup>2</sup> (sardineles)       | 900 m <sup>2</sup> /día  | 25                       | 7                         | -18                | -72.00%     |
| Encofrado y desencofrado (cajas de succión)           | 2000 m <sup>2</sup> /día | 17                       | 4                         | -13                | -76.47%     |
| Concreto fc=175 kg/cm <sup>2</sup> (cajas de succión) | 3.50 m <sup>3</sup> /día | 35                       | 14                        | -21                | -60.00%     |
| Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>          | 220 kg/día               | 20                       | 7                         | -13                | -65.00%     |

**Figura 32**

*Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM- Túpac Amaru*



En línea con la metodología aplicada en los casos anteriores, se evaluó la variación en el plazo de ejecución del proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular

y peatonal de la Av. Pedro Cieza de León entre la Av. 09 de Octubre y la Av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque”, contrastando el cronograma consignado en el expediente técnico original con la programación optimizada desarrollada mediante la simulación 4D en Navisworks.

El expediente técnico original establecía un plazo de 120 días calendario para la ejecución de la obra. Sin embargo, tras la programación optimizada con el enfoque BIM, se obtuvo un plazo de 165 días, lo que representa un incremento del 37,5% respecto al planteamiento inicial.

Este resultado no debe interpretarse como una desventaja, sino como una evidencia de que la programación BIM permitió reflejar con mayor precisión la interacción entre procesos constructivos, las restricciones propias de la obra y la necesidad de ejecutar determinadas partidas de manera secuencial y no simultánea. Mientras el método tradicional tiende a simplificar la secuencia de actividades, el enfoque 4D expuso las verdaderas demandas de tiempo del proyecto, reduciendo el riesgo de incumplimientos de cronograma durante la ejecución.

En consecuencia, la variación observada confirmó que la metodología BIM contribuye a una planificación más realista y confiable, constituyéndose en un insumo clave para una gestión adecuada de plazos en obras urbanas.

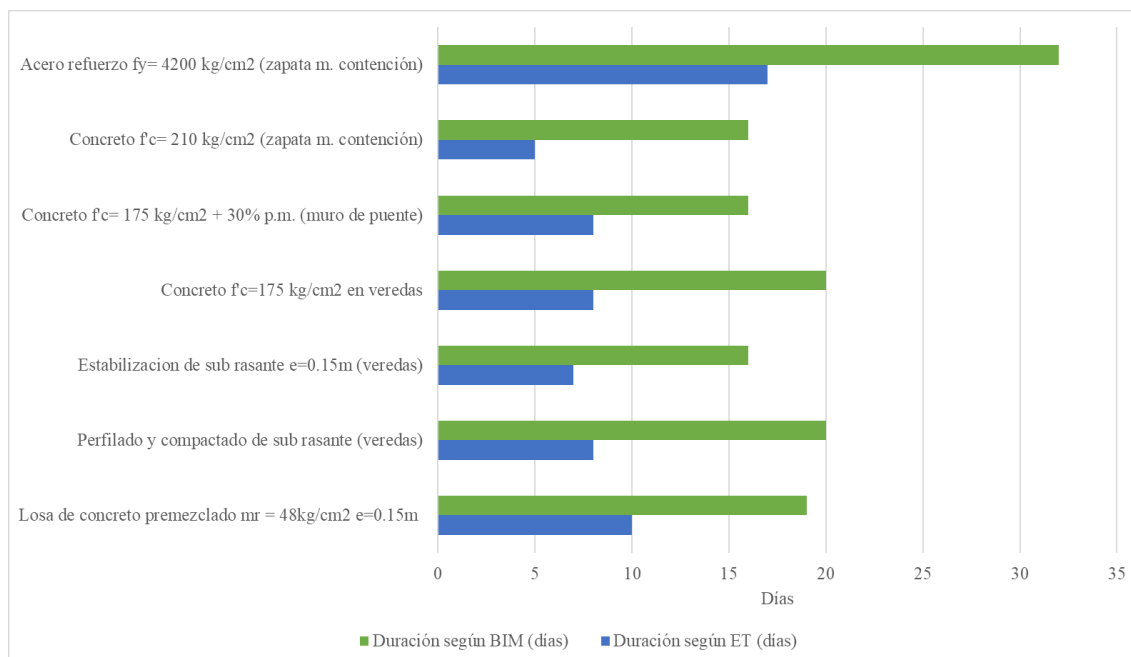
**Tabla 18**

*Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado-Av. Pedro Cieza de León*

| Partida                                                                  | Rendimiento             | Duración según ET (días) | Duración según BIM (días) | Variación Absoluta | Variación % |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Losa de concreto premezclado $m_r = 48 \text{ kg/cm}^2$ $e=0.15\text{m}$ | 800 m <sup>2</sup> /día | 10                       | 19                        | 9                  | 90.00%      |
| Perfilado y compactado de sub rasante (veredas)                          | 200 m <sup>2</sup> /día | 8                        | 20                        | 12                 | 150.00%     |
| Estabilización de sub rasante $e=0.15\text{m}$ (veredas)                 | 120 m <sup>2</sup> /día | 7                        | 16                        | 9                  | 128.57%     |
| Concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en veredas                            | 100 m <sup>2</sup> /día | 8                        | 20                        | 12                 | 150.00%     |
| Concreto $f_c= 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ p.m.}$ (muro de puente) | 20 m <sup>3</sup> /día  | 8                        | 16                        | 8                  | 100.00%     |
| Concreto $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (zapata m. contención)               | 15 m <sup>3</sup> /día  | 5                        | 16                        | 11                 | 220.00%     |
| Acero refuerzo $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ (zapata m. contención)        | 300 kg/día              | 17                       | 32                        | 15                 | 88.24%      |

**Figura 33**

*Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM-Av. Pedro Cieza de León*



En el caso del cuarto expediente técnico, denominado “Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se procedió a evaluar la variación del plazo de ejecución entre el cronograma consignado en el expediente técnico original y la programación optimizada desarrollada mediante la metodología BIM y simulación 4D en Autodesk Navisworks.

La programación optimizada se elaboró considerando la vinculación de las actividades constructivas con los elementos modelados en Civil 3D y Revit, permitiendo representar de manera más precisa la secuencia de ejecución de partidas como adoquinados, sardineles, concreto estructural y áreas verdes. Asimismo, la simulación temporal facilitó identificar restricciones constructivas y dependencias entre actividades que no habían sido contempladas en el cronograma tradicional.

Los resultados obtenidos evidenciaron variaciones importantes en determinadas partidas. Por ejemplo, las actividades relacionadas con encofrado y desencofrado de sardineles, así como el colocado de acero de refuerzo, presentaron incrementos en duración debido a la mayor precisión en la definición de frentes de trabajo y secuencias constructivas. Por otro

lado, partidas como sembrado de grass y concreto en uñas para losa de acceso mostraron reducciones en tiempo gracias a una mejor distribución de recursos y optimización de actividades paralelas.

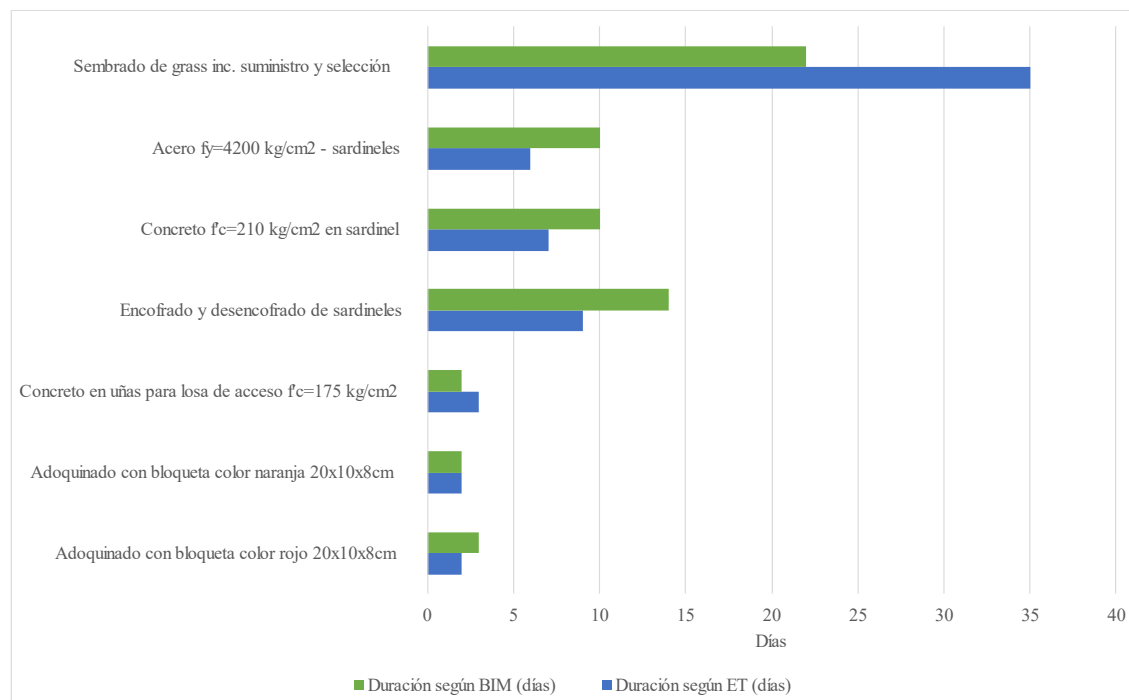
**Tabla 19**

*Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado—urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz*

| Partida                                                           | Rendimiento            | Duración según ET (días) | Duración según BIM (días) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Adoquinado con bloqueta color rojo 20x10x8cm                      | 50 m <sup>2</sup> /día | 2                        | 3                         | 1                  | 50.00%      |
| Adoquinado con bloqueta color naranja 20x10x8cm                   | 50 m <sup>2</sup> /día | 2                        | 2                         | 0                  | 0.00%       |
| Concreto en uñas para losa de acceso $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> | 18 m <sup>3</sup> /día | 3                        | 2                         | -1                 | -33.33%     |
| Encofrado y desencofrado de sardineles                            | 40 m/día               | 9                        | 14                        | 5                  | 55.56%      |
| Concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en sardinel                 | 15 m <sup>3</sup> /día | 7                        | 10                        | 3                  | 42.86%      |
| Acero $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> - sardineles                  | 200 kg/día             | 6                        | 10                        | 4                  | 66.67%      |
| Sembrado de grass inc. suministro y selección                     | 70 m <sup>2</sup> /día | 35                       | 22                        | -13                | -37.14%     |

**Figura 34**

*Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM—urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz*



Se observa que la aplicación de la metodología BIM generó variaciones en la duración de las partidas analizadas. Algunas actividades presentaron incrementos respecto a los plazos establecidos en el expediente técnico, como el encofrado y desencofrado de

sardineles, el concreto en sardinel y el acero de refuerzo; mientras que otras mostraron reducciones, destacando el sembrado de grass, cuya duración disminuyó en 13 días.

Estas variaciones reflejaron el impacto de la aplicación de la metodología BIM en la evaluación de los rendimientos y la secuencia constructiva de las actividades, las cuales permitieron identificar ajustes que contribuyeron a una planificación más acorde con las condiciones reales de ejecución del proyecto.

En el quinto expediente técnico, “Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque”, se efectuó igualmente la comparación entre el plazo de ejecución planteado en el expediente técnico original y el cronograma optimizado obtenido mediante el modelado BIM y la simulación 4D. En este caso, las partidas analizadas correspondieron principalmente a elementos de concreto simple, veredas, rampas, sardineles y áreas verdes. La simulación desarrollada en Navisworks permitió validar la secuencia constructiva y verificar la compatibilidad temporal entre actividades.

Los resultados mostraron que no existieron diferencias considerables entre las duraciones establecidas en el expediente técnico y las obtenidas mediante BIM. Esto se debe a que el proyecto presentó una configuración geométrica relativamente uniforme y una secuencia constructiva menos compleja en comparación con otros casos evaluados.

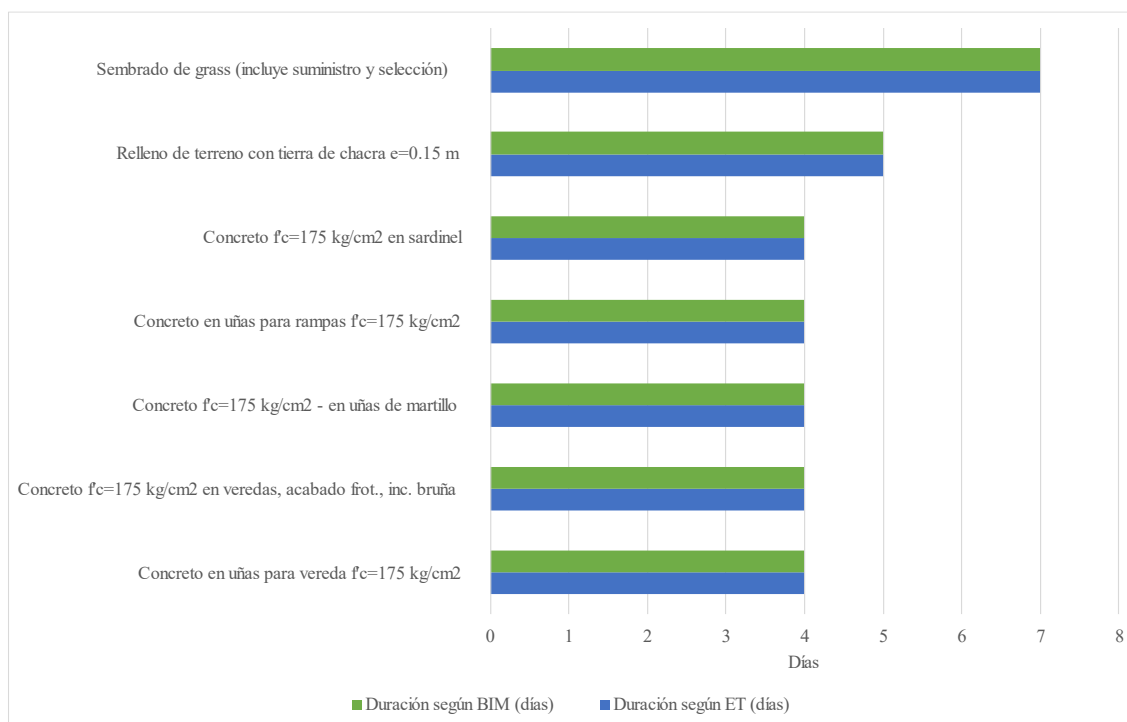
**Tabla 20**

*Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado– Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz*

| Partida                                                                 | Rendimiento             | Duración según ET (días) | Duración según BIM (días) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Concreto en uñas para vereda $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>               | 18 m <sup>3</sup> /día  | 4                        | 4                         | 0                  | 0.00%       |
| Concreto $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> en veredas, acabado frot., inc. t | 14 m <sup>3</sup> /día  | 4                        | 4                         | 0                  | 0.00%       |
| Concreto $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> - en uñas de martillo             | 18 m <sup>3</sup> /día  | 4                        | 4                         | 0                  | 0.00%       |
| Concreto en uñas para rampas $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>               | 18 m <sup>3</sup> /día  | 4                        | 4                         | 0                  | 0.00%       |
| Concreto $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> en sardinel                       | 14 m <sup>3</sup> /día  | 4                        | 4                         | 0                  | 0.00%       |
| Relleno de terreno con tierra de chacra $e=0.15$ m                      | 225 m <sup>2</sup> /día | 5                        | 5                         | 0                  | 0.00%       |
| Sembrado de grass (incluye suministro y selección)                      | 100 m <sup>2</sup> /día | 7                        | 7                         | 0                  | 0.00%       |

**Figura 35**

*Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM– Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz*



Se observa que las partidas analizadas mantuvieron la misma duración tanto en el expediente técnico original como en la programación optimizada mediante BIM, por lo que no se registraron variaciones en los plazos de ejecución.

Estos resultados indicaron que los rendimientos y la secuencia constructiva planteados inicialmente para dichas actividades fueron consistentes con las condiciones evaluadas durante el modelado y la simulación BIM. Asimismo, evidenciaron que la metodología permitió validar la planificación propuesta, confirmando la coherencia de estas actividades dentro del cronograma del proyecto.

Para el sexto expediente técnico, denominado “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la Torre del distrito de La Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se desarrolló la evaluación comparativa del plazo de ejecución mediante el uso de la metodología BIM.

La simulación 4D realizada en Autodesk Navisworks permitió representar la secuencia temporal de las actividades relacionadas con carpeta asfáltica, veredas, sardineles, rampas

y áreas verdes, verificando la compatibilidad entre procesos constructivos y la adecuada coordinación de recursos.

A diferencia de otros expedientes analizados, las partidas seleccionadas mantuvieron exactamente la misma duración tanto en el expediente técnico original como en el cronograma optimizado mediante BIM. Esto indicó que la planificación inicial presentaba una adecuada estructuración temporal para las actividades consideradas.

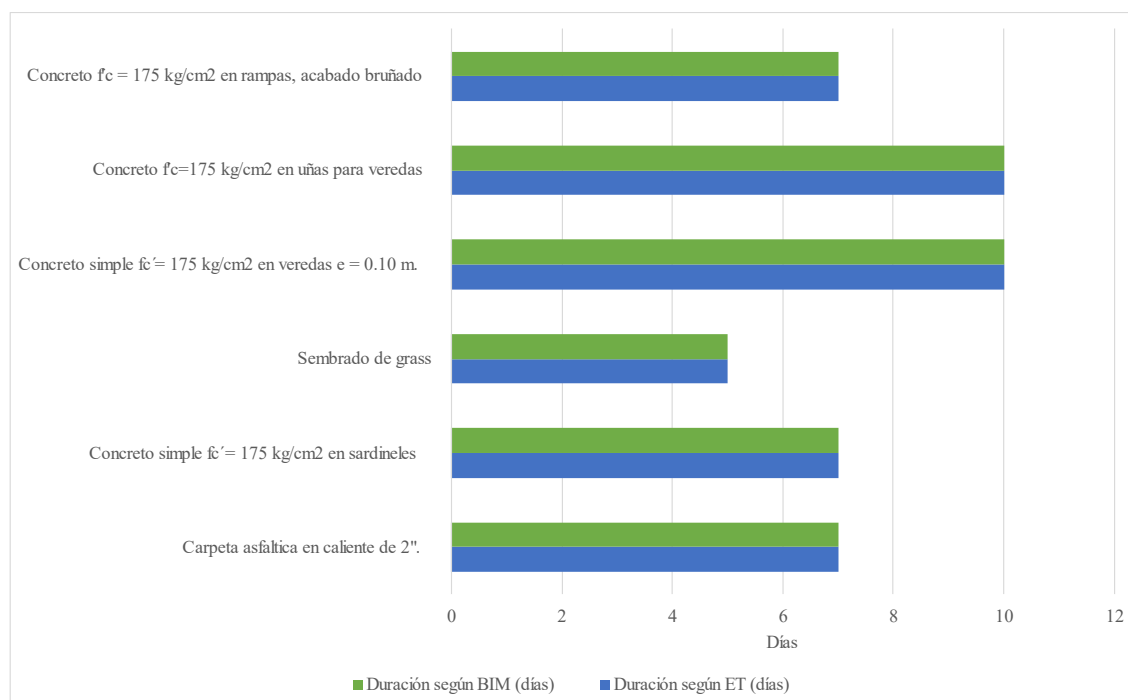
**Tabla 21**

*Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado– av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo*

| Partida                                                    | Rendimiento              | Duración según ET (días) | Duración según BIM (días) | Variación Absoluta | Variación % |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Carpeta asfáltica en caliente de 2".                       | 1500 m <sup>2</sup> /día | 7                        | 7                         | 0                  | 0.00%       |
| Concreto simple f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup> en sardineles | 70 m <sup>2</sup> /día   | 7                        | 7                         | 0                  | 0.00%       |
| Sembrado de grass                                          | 100 m <sup>2</sup> /día  | 5                        | 5                         | 0                  | 0.00%       |
| Concreto simple f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup> en veredas    | 80 m <sup>2</sup> /día   | 10                       | 10                        | 0                  | 0.00%       |
| Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> en uñas para vereda    | 10 m <sup>3</sup> /día   | 10                       | 10                        | 0                  | 0.00%       |
| Concreto f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup> en rampas, acabado   | 80 m <sup>2</sup> /día   | 7                        | 7                         | 0                  | 0.00%       |

**Figura 36**

*Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM– av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo*



Se observa que las partidas analizadas no presentaron variaciones en su duración al comparar el expediente técnico original con la programación optimizada mediante BIM, manteniéndose constantes los plazos de ejecución para todas las actividades evaluadas.

Estos resultados evidenciaron que los rendimientos y la secuencia constructiva inicialmente planteados fueron consistentes con las condiciones representadas durante el modelado y la simulación BIM. Asimismo, la aplicación de la metodología permitió verificar la factibilidad de la programación propuesta y reforzar la confiabilidad del cronograma establecido para la ejecución de estas partidas.

Finalmente, en el séptimo expediente técnico, titulado “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Colectora entre la av. Las Américas y la calle Santa Rosa, distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se procedió a comparar el cronograma original con la programación optimizada desarrollada mediante BIM.

La simulación 4D permitió analizar de manera detallada la secuencia constructiva de actividades vinculadas al pavimento, ciclovías, veredas y adoquinados, identificando oportunidades de optimización en la distribución de frentes de trabajo y en la ejecución simultánea de determinadas partidas.

Los resultados mostraron reducciones importantes en varias actividades, especialmente en aquellas relacionadas con acabados de ciclovía, colocación de adoquines y ejecución de veredas. Estas mejoras fueron posibles gracias a una planificación más eficiente de recursos y una mejor coordinación espacial y temporal entre actividades.

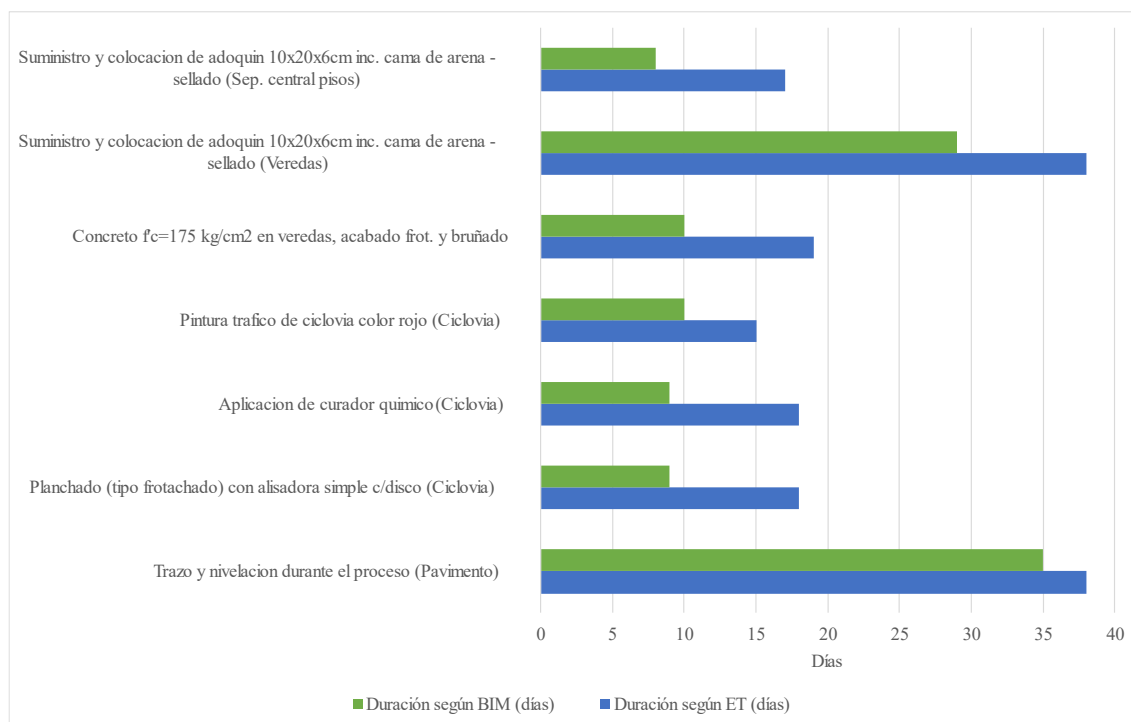
**Tabla 22**

*Comparación de duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM optimizado–avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo*

| Partida                                                                       | Rendimiento             | Duración según ET (días) | Duración según BIM (días) | Variación Absoluta | Variación % |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Trazo y nivelacion durante el proceso (Pavimento)                             | 500 m <sup>2</sup> /día | 38                       | 35                        | -3                 | -7.89%      |
| Planchado (tipo frotachado) con alisadora simple c/día                        | 250 m <sup>2</sup> /día | 18                       | 9                         | -9                 | -50.00%     |
| Aplicacion de curador quimico (Ciclovia)                                      | 250 m <sup>2</sup> /día | 18                       | 9                         | -9                 | -50.00%     |
| Pintura trafico de ciclovia color rojo (Ciclovia)                             | 150 m <sup>2</sup> /día | 15                       | 10                        | -5                 | -33.33%     |
| Concreto f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> en veredas, acabado frot. y f | 100 m <sup>2</sup> /día | 19                       | 10                        | -9                 | -47.37%     |
| Suministro y colocacion de adoquin 10x20x6cm inc. c                           | 17 m <sup>2</sup> /día  | 38                       | 29                        | -9                 | -23.68%     |
| Suministro y colocacion de adoquin 10x20x6cm inc. c                           | 17 m <sup>2</sup> /día  | 17                       | 8                         | -9                 | -52.94%     |

**Figura 37**

*Comparación gráfica de la duración de partidas seleccionadas: expediente técnico vs modelo BIM–avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo*



Se observa que todas las partidas analizadas presentaron reducciones en su duración al comparar el expediente técnico original con la programación optimizada mediante BIM. Las mayores disminuciones porcentuales se registraron en las actividades de planchado con alisadora simple y aplicación de curador químico, ambas con una reducción del 50 %, mientras que las partidas relacionadas con el suministro y colocación de adoquines y la ejecución de veredas también evidenciaron disminuciones considerables en sus tiempos de ejecución.

Estos resultados reflejaron el aporte de la metodología BIM en la revisión de rendimientos y secuencias constructivas, permitiendo identificar oportunidades de optimización en la planificación de las actividades. Asimismo, la simulación constructiva facilitó una mejor organización de los procesos de ejecución, contribuyendo a la reducción de los tiempos requeridos para el desarrollo de las partidas evaluadas.

### 3.5. Detectar las interferencias no identificadas en el expediente técnico original

Como parte del análisis integral del modelo tridimensional del proyecto, se empleó el software Autodesk Navisworks para realizar una detección de interferencias entre los diferentes elementos constructivos proyectados y las infraestructuras existentes. Esta revisión permitió identificar conflictos espaciales que no habían sido contemplados en el expediente técnico desarrollado bajo el enfoque tradicional.

La detección de interferencias constituye una de las funcionalidades clave del entorno BIM, al permitir la identificación temprana de conflictos que pueden afectar la ejecución del proyecto. A través de este proceso, se detectaron las siguientes interferencias relevantes:

- **Interferencia entre la caja de succión del sistema de drenaje pluvial y un buzón existente**, generando un conflicto funcional entre infraestructuras subterráneas que compromete la operatividad del sistema hidráulico.
- **Interferencia entre un poste y una rampa de acceso peatonal**, lo cual vulnera los principios de accesibilidad universal y representa un obstáculo físico para personas con movilidad reducida.
- **Interferencia entre poste y estructura de pavimento**, dificultando la ejecución del paquete estructural y generando potenciales riesgos técnicos y de seguridad vial.

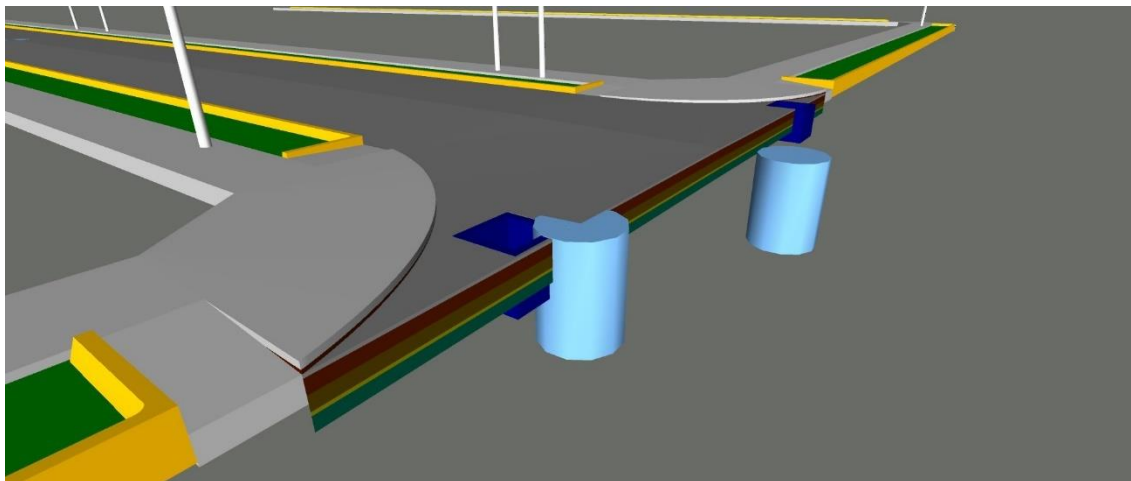
Estas interferencias evidenciaron la existencia de conflictos que no habían sido considerados en el expediente técnico original. Su identificación durante la fase de preconstrucción permitió reconocer oportunamente aspectos que requerían revisión y coordinación antes de una eventual etapa de ejecución.

El uso de Navisworks como herramienta de revisión y coordinación tridimensional resultó fundamental para visualizar estos conflictos de manera anticipada, facilitando su análisis y resolución oportuna desde la etapa de planificación.

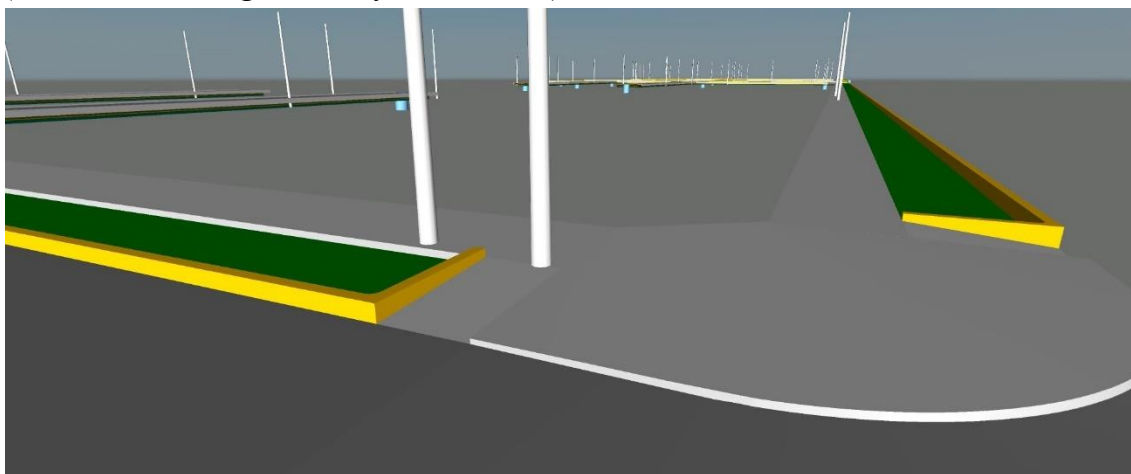
A continuación, se presentan imágenes representativas extraídas del modelo BIM que ilustran las interferencias detectadas, junto con su ubicación específica dentro del entorno urbano modelado.

**Figura 38**

*Detección de interferencia entre caja de succión de drenaje pluvial y buzón mediante Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-15)*

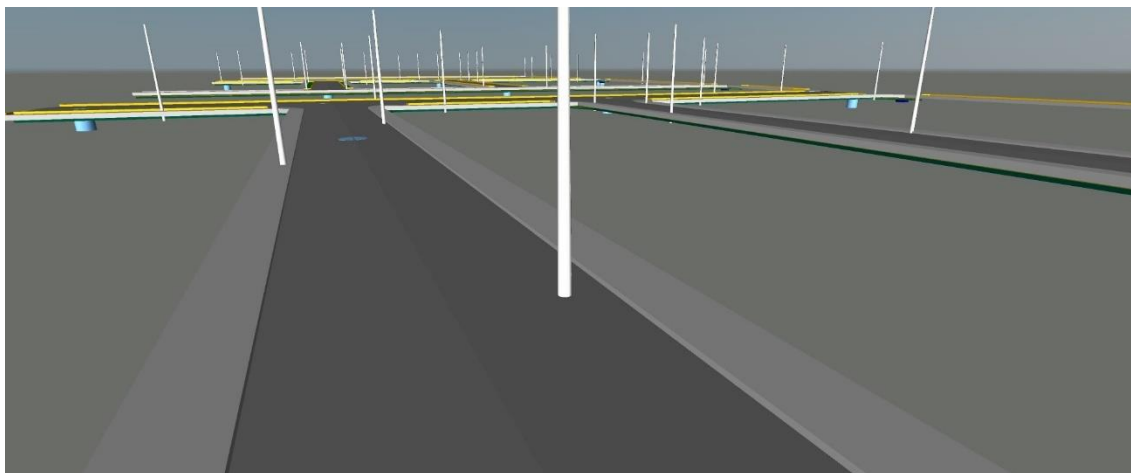
**Figura 39**

*Interferencia detectada entre poste y rampa de acceso peatonal mediante Navisworks (Ver Anexo – Código de interferencia: I-02)*

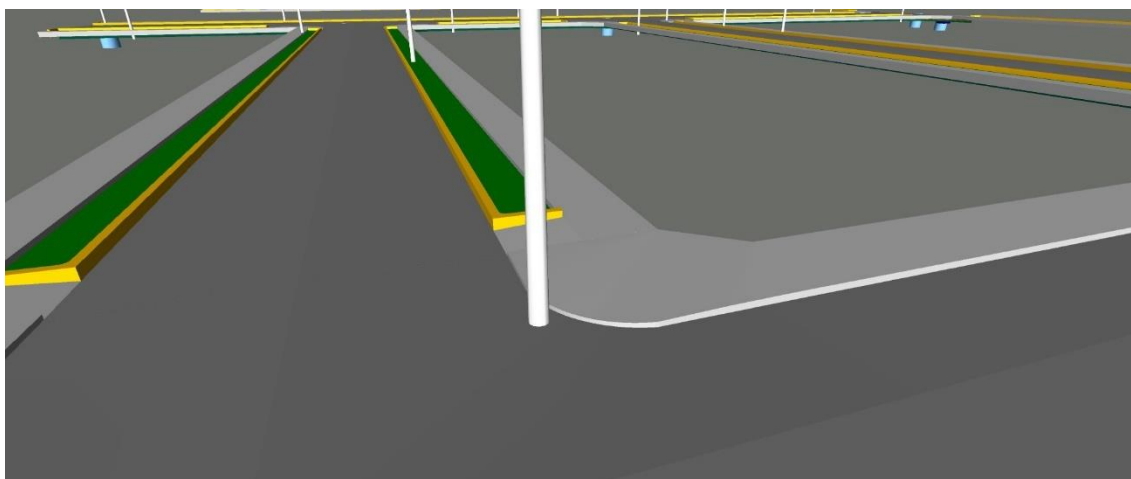


**Figura 40**

*Interferencia detectada entre poste y estructura de pavimento mediante Navisworks (Ver Anexo – Código de interferencia: I-03)*

**Figura 41**

*Interferencia detectada entre poste y estructura de pavimento (Ver Anexo – Código de interferencia: I-14)*



En el caso del segundo expediente técnico, correspondiente al proyecto de mejoramiento en los sectores P.J. Túpac Amaru y Ampliación Túpac Amaru, se aplicó la misma metodología para la detección de interferencias mediante el entorno colaborativo BIM en Autodesk Navisworks.

El análisis permitió identificar interferencias relevantes entre la ubicación proyectada de los postes existentes y elementos del diseño urbano, principalmente:

- **Interferencia entre postes y el paquete estructural del pavimento**, lo que representa un riesgo técnico durante la ejecución, ya que compromete la continuidad de la estructura de la vía y podría requerir trabajos adicionales de protección, reubicación o reforzamiento no contemplados inicialmente.
- **Interferencia entre postes y rampas de acceso peatonal**, afectando los criterios de accesibilidad universal y reduciendo la funcionalidad de estas soluciones destinadas a personas con movilidad reducida.

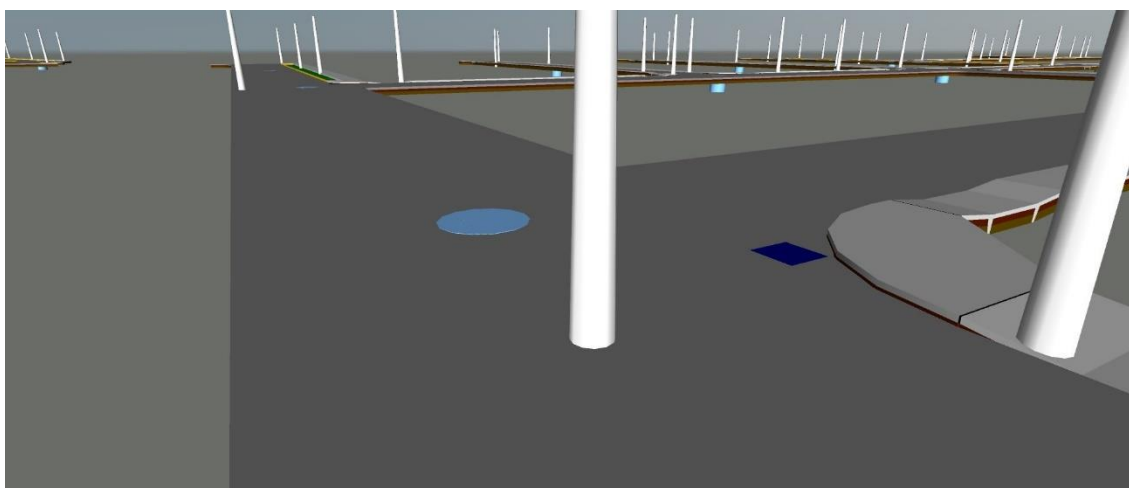
Estas interferencias evidenciaron la importancia de realizar revisiones tridimensionales previas a la ejecución, ya que no fueron advertidas en la documentación tradicional del expediente técnico. Su identificación permitió reconocer aspectos que requerían revisión y coordinación antes del inicio de obra.

Asimismo, el uso de Navisworks y la metodología BIM, facilitó la visualización anticipada de estos conflictos, fortaleciendo la coordinación entre las diferentes disciplinas y proporcionando información para la revisión técnica del expediente antes de la etapa de ejecución.

A continuación, se muestran representaciones gráficas de las interferencias detectadas:

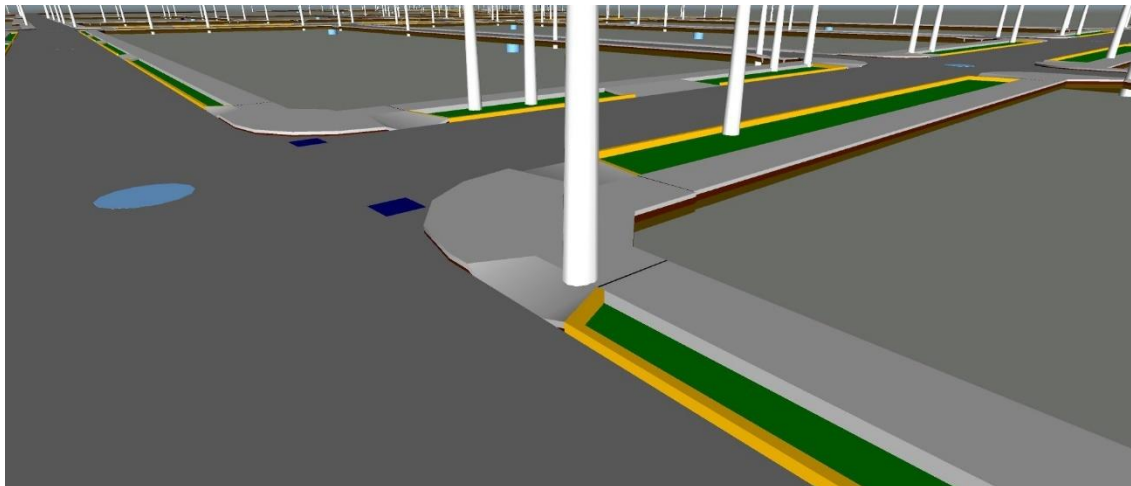
### Figura 42

*Interferencia entre poste existente y estructura de pavimento en el modelo BIM desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-34)*

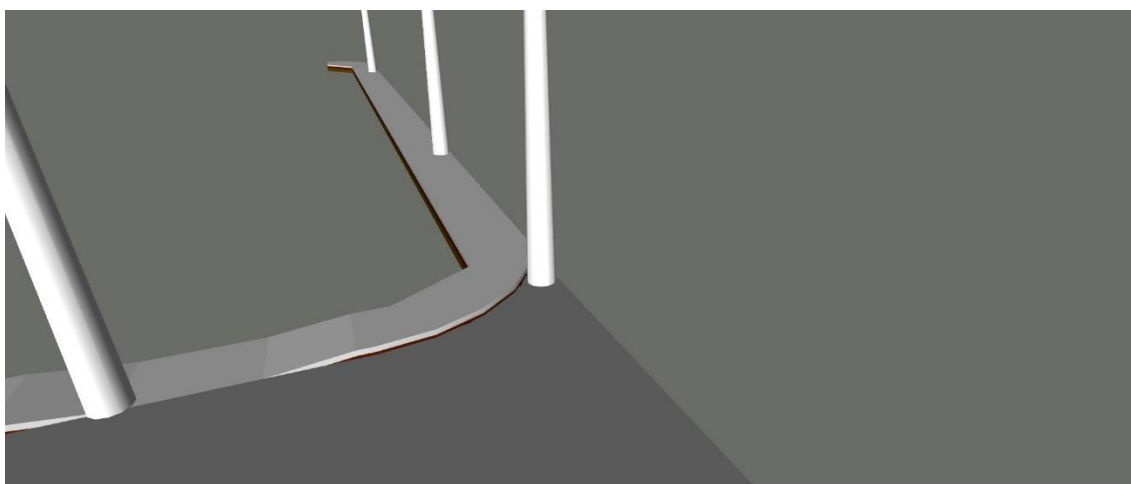


**Figura 43**

*Interferencia entre poste y rampa de acceso peatonal, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-13)*

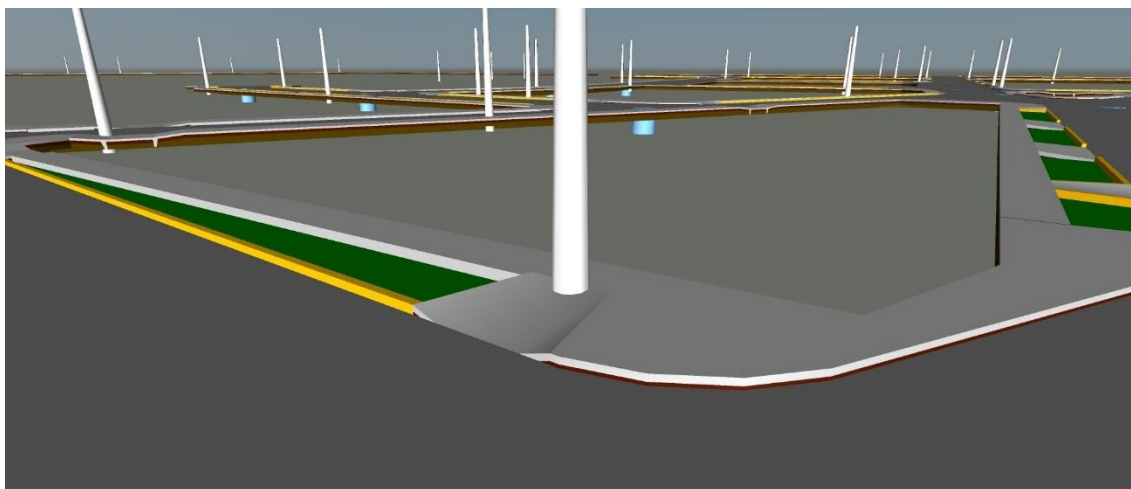
**Figura 44**

*Interferencia entre poste existente y paquete estructural de pavimento, identificada en el modelo desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-01)*



**Figura 45**

*Interferencia entre rampa proyectada y poste, identificada en el entorno tridimensional de Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-30)*



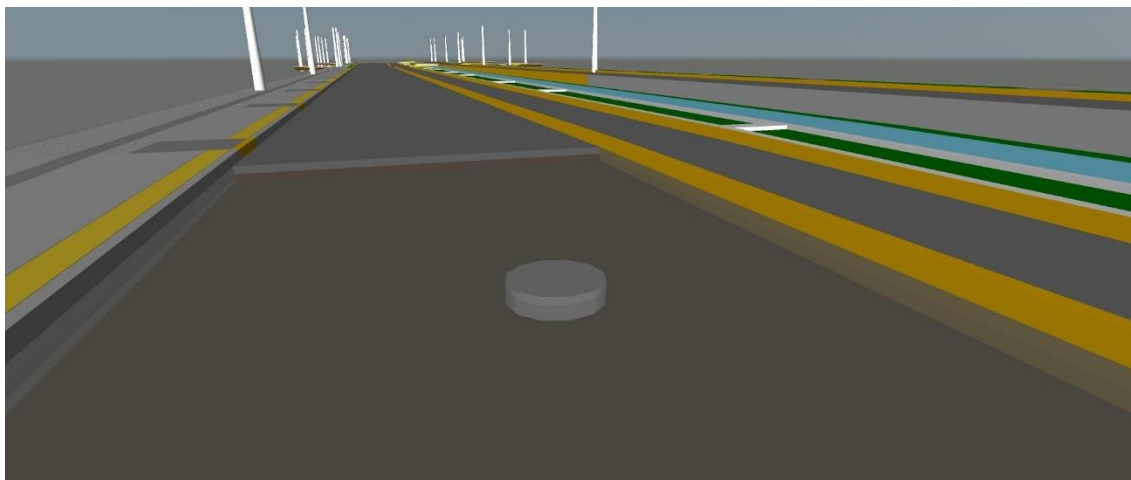
En continuidad con el análisis previo, se procedió a la detección de interferencias dentro del modelo BIM, con el objetivo de identificar aquellas no contempladas en el expediente técnico. La simulación tridimensional permitió integrar los distintos componentes del proyecto —pavimento, veredas, sardineles, canal existente, áreas verdes y demás elementos urbanos—, generando un escenario de coordinación más completo.

Entre las principales interferencias detectadas se encuentran postes ubicados sobre áreas de pavimento y en el alineamiento de rampas, buzones que requieren nivelación o corte para su correcta adaptación, así como la colisión entre la propuesta de rampa del separador central y el canal existente. Asimismo, se observó la superposición entre el muro de contención proyectado y el muro de gravedad que sostiene el puente, además de incoherencias geométricas entre el planteamiento del puente y el relieve del pavimento adyacente.

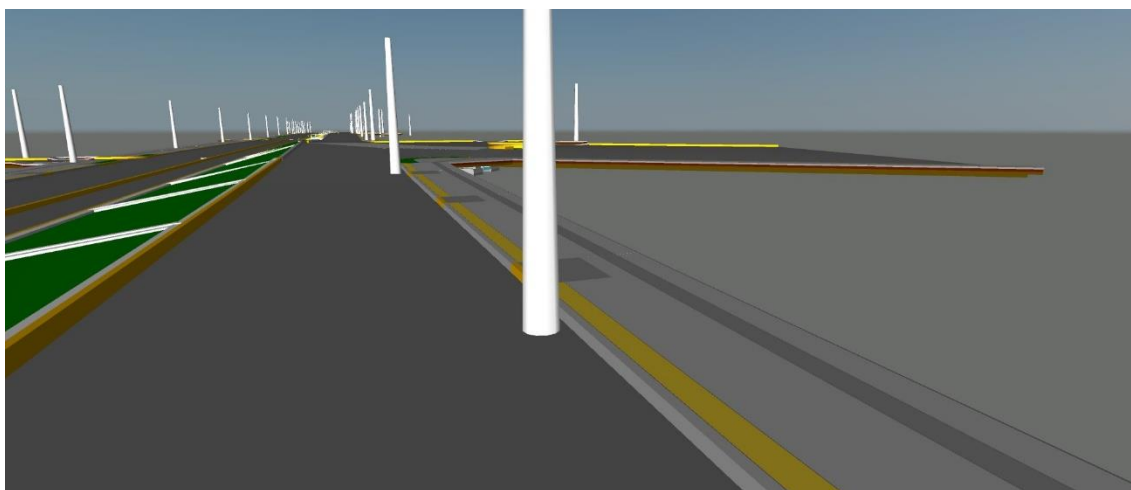
La detección de estas situaciones confirmó la ventaja del modelado BIM para anticipar conflictos durante la etapa de diseño, permitiendo identificar aspectos que requerían revisión y coordinación antes del inicio de la ejecución de la obra.

**Figura 46**

*Interferencia entre buzones y pavimento proyectado, identificada en el entorno tridimensional de Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-52)*

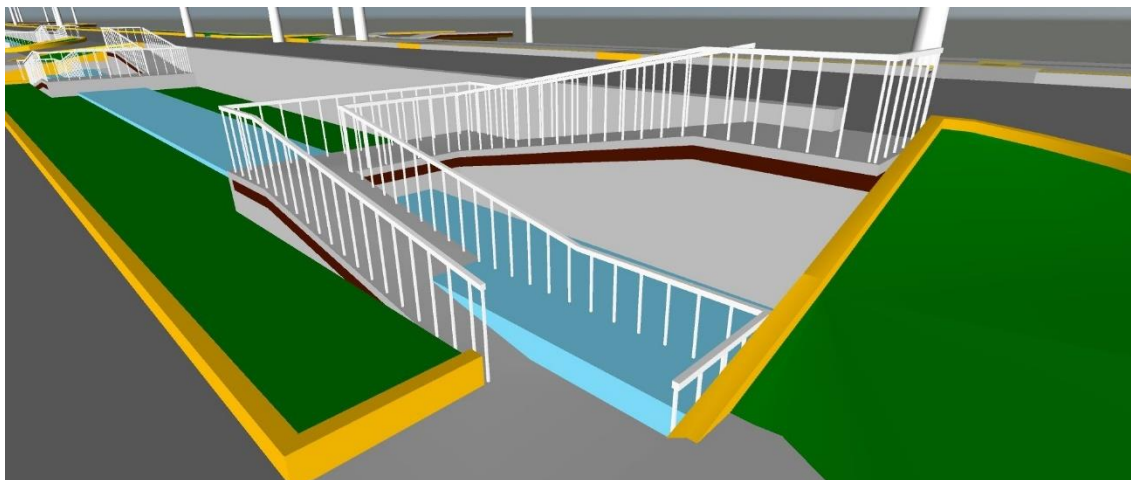
**Figura 47**

*Interferencia entre poste y pavimento proyectado, identificada en el modelo desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-28)*

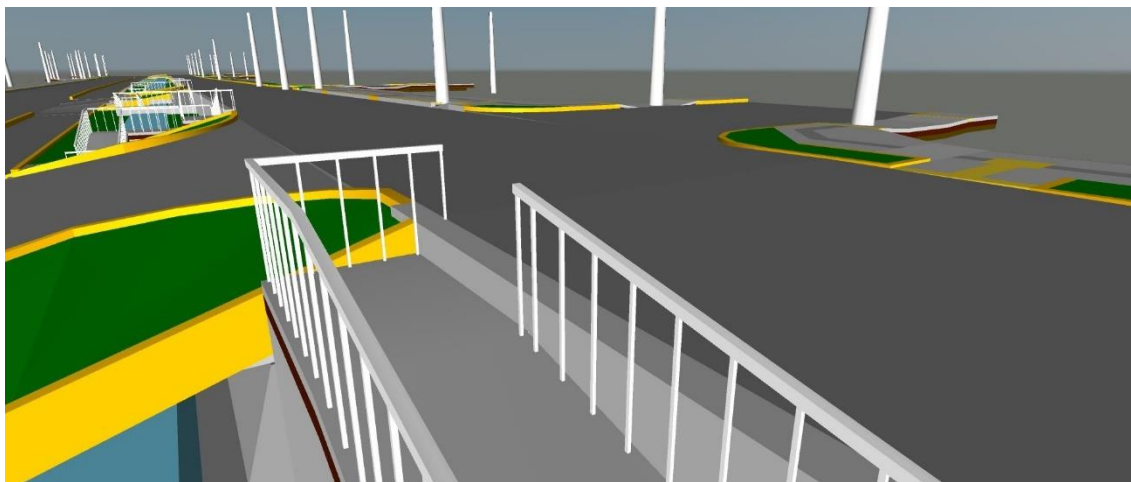


**Figura 48**

*Interferencia entre rampa y tapa superior del canal existente, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-40)*

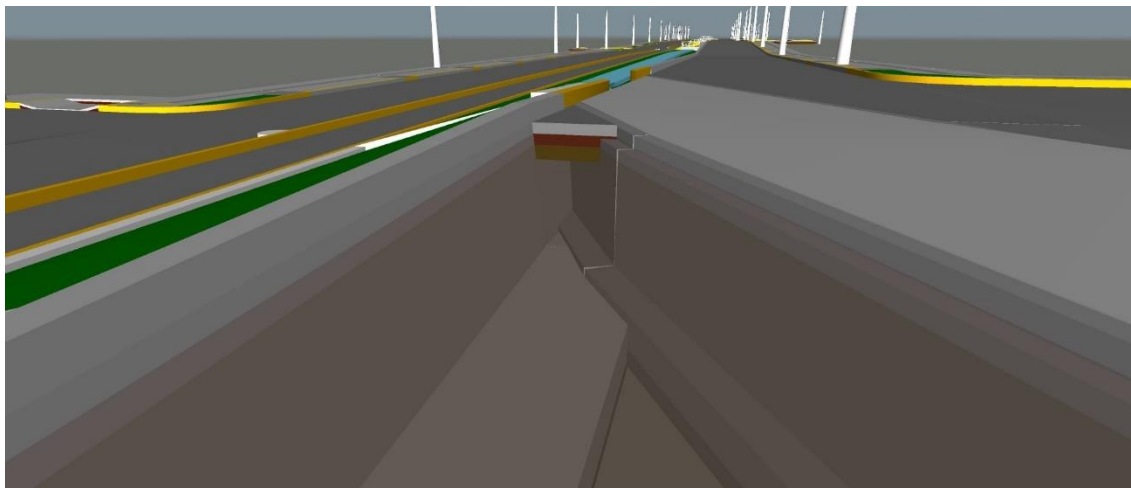
**Figura 49**

*Interferencia entre tramo final de rampa y borde superior de pantalla de muro de contención, identificada en el entorno tridimensional de Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-35)*

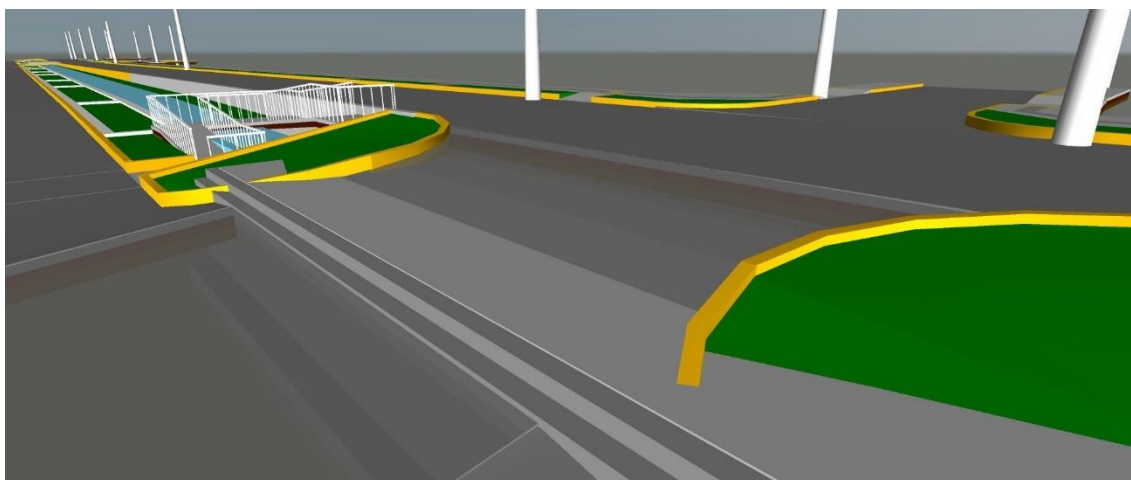


**Figura 50**

*Interferencia entre muro de contención y muro de gravedad que sostiene el puente proyectado, identificada en el modelo desarrollado en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-31)*

**Figura 51**

*Interferencia entre propuesta de puente y relieve del pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-47)*



En el caso del cuarto expediente técnico, denominado “Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se aplicó la metodología BIM mediante Autodesk Navisworks para realizar la detección de interferencias entre los elementos proyectados y la infraestructura urbana existente.

La integración tridimensional del modelo permitió identificar conflictos espaciales principalmente relacionados con postes de alumbrado público y elementos de accesibilidad vehicular, los cuales no habían sido advertidos en el expediente técnico elaborado bajo metodología tradicional.

Entre las principales interferencias detectadas se identificaron:

- Postes que invaden parcialmente el pavimento proyectado, afectando la continuidad del paquete estructural y generando posibles dificultades constructivas durante la ejecución de la vía.
- Postes que invaden parcialmente las rampas vehiculares proyectadas, comprometiendo la funcionalidad y accesibilidad de los accesos.
- Postes que invaden totalmente las rampas vehiculares proyectadas, imposibilitando su correcto funcionamiento y requiriendo necesariamente una reubicación o rediseño.

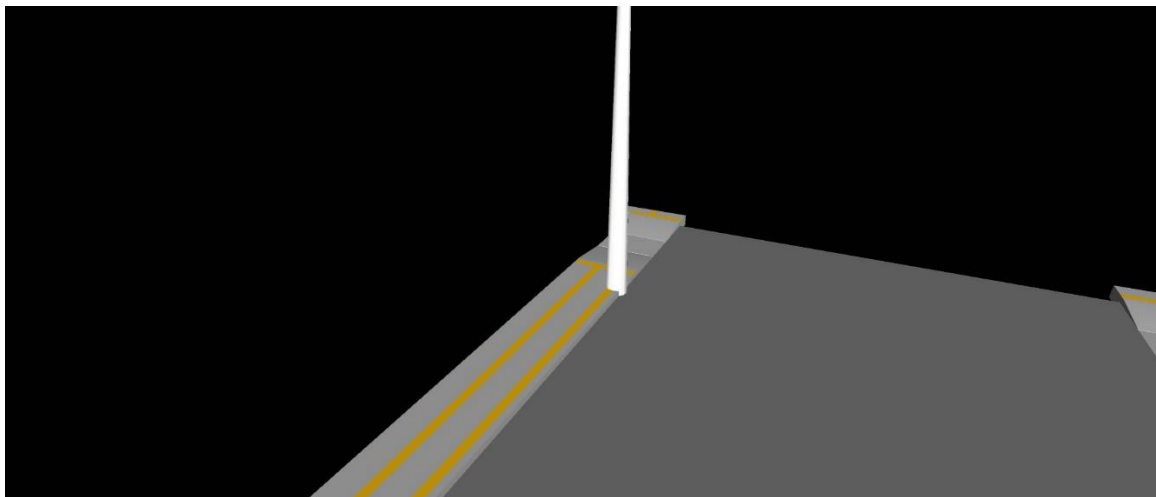
Estas interferencias representan aspectos que requerían revisión y coordinación antes de la ejecución de la obra, debido a que no fueron identificadas en la documentación tradicional del expediente técnico.

Gracias al entorno BIM y a la revisión tridimensional mediante Navisworks, fue posible detectar anticipadamente dichos conflictos, proporcionando información para la revisión técnica y la coordinación entre las especialidades del proyecto durante la fase de preconstrucción.

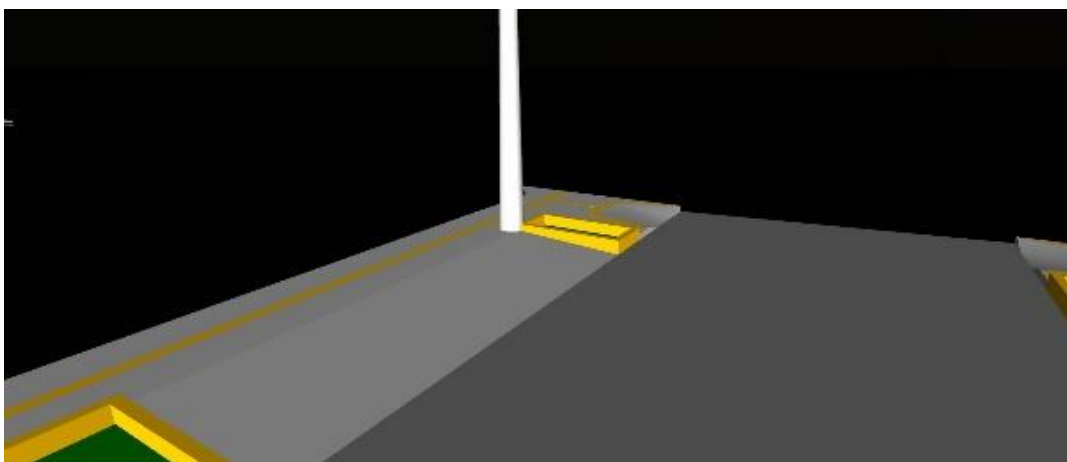
A continuación, se presentan las principales interferencias identificadas en el modelo desarrollado:

**Figura 52**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente el pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-001)*

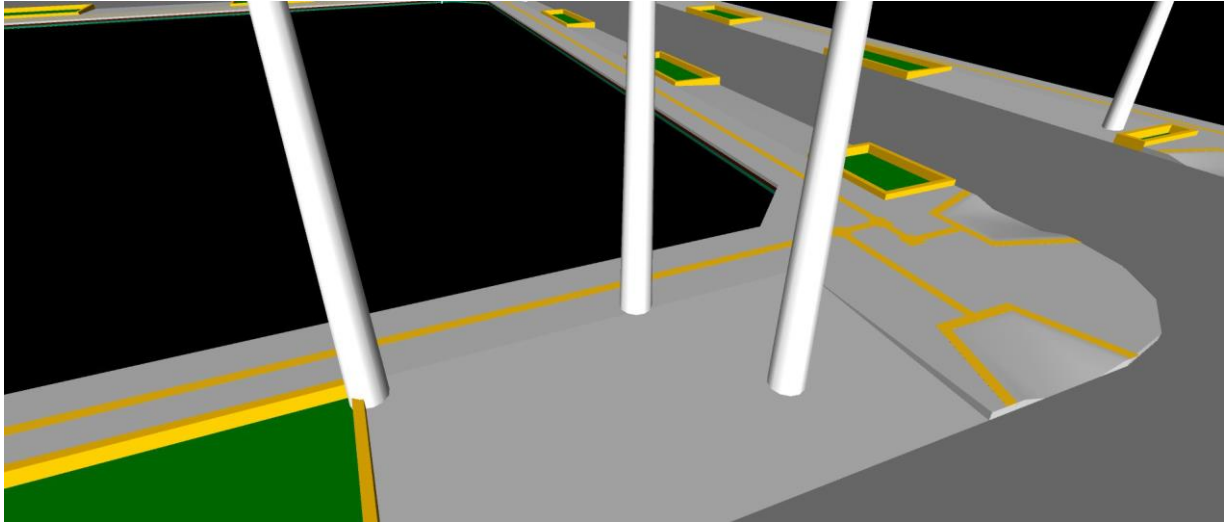
**Figura 53**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-006)*

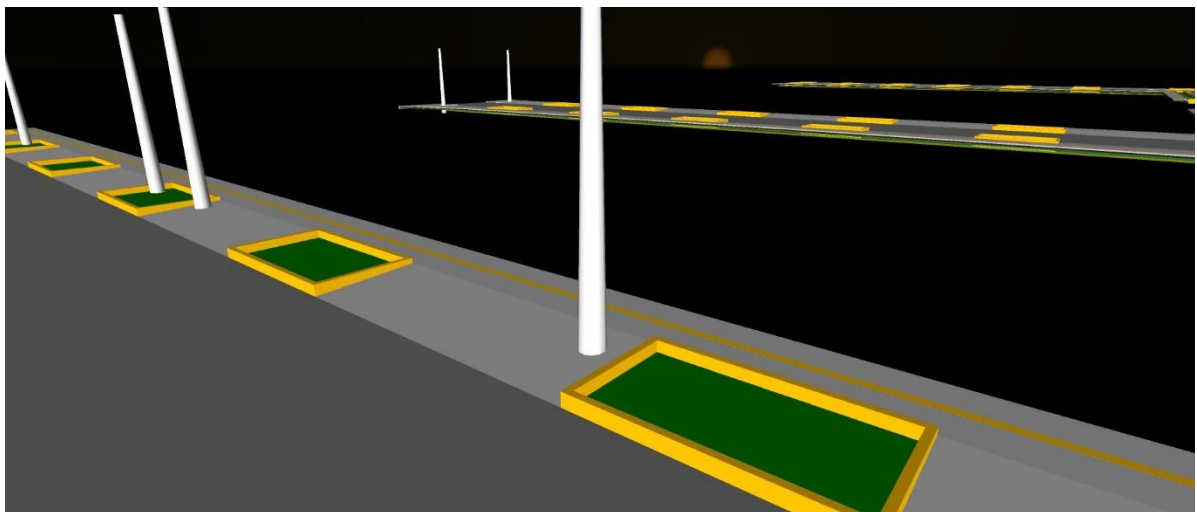


**Figura 54**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-012)*

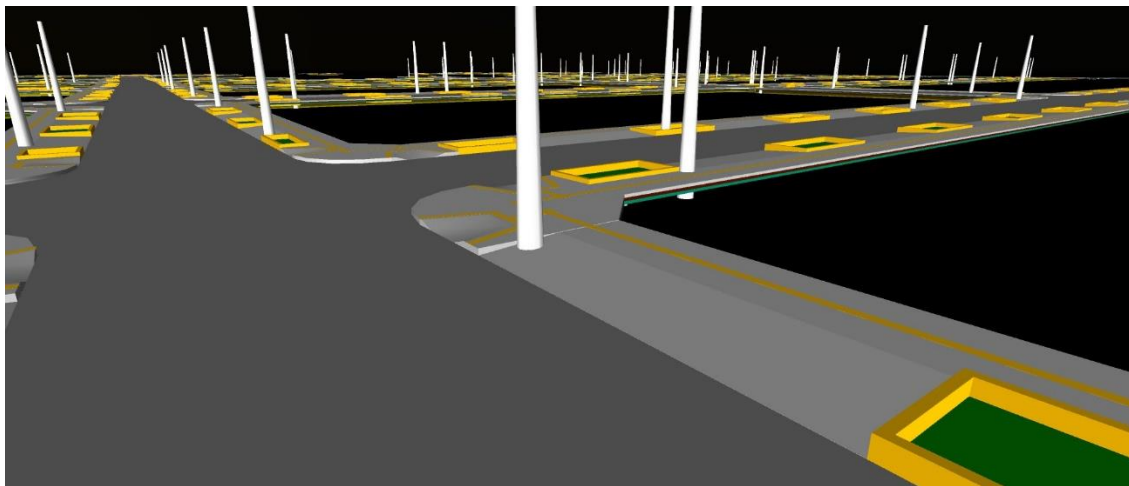
**Figura 55**

*Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-026)*

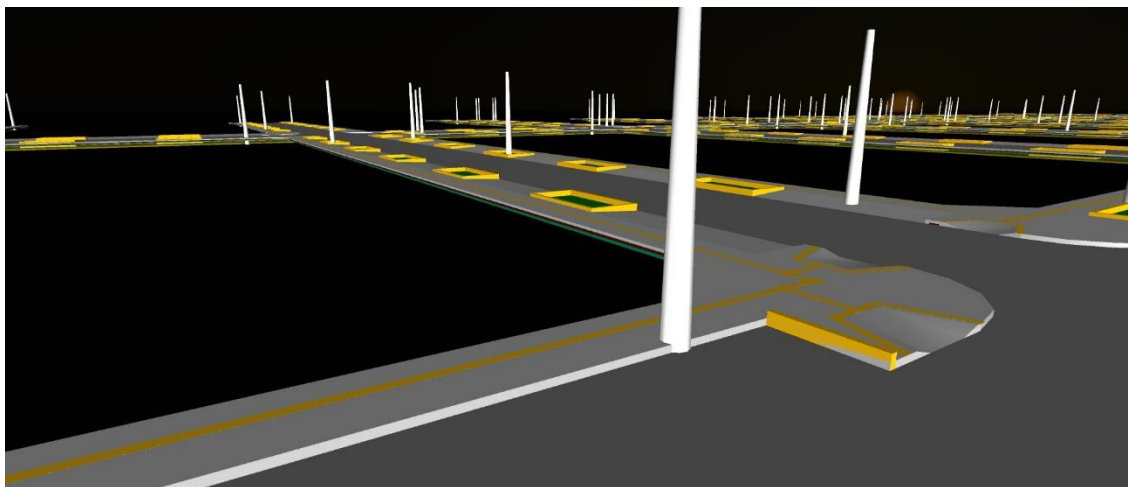


**Figura 56**

*Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-036)*

**Figura 57**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente el pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-047)*



En el quinto expediente técnico, “Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque”, se efectuó igualmente la detección de interferencias mediante la integración del modelo BIM en Autodesk Navisworks.

La revisión tridimensional permitió identificar conflictos entre postes existentes y los elementos de accesibilidad peatonal proyectados, así como colisiones con componentes urbanos complementarios como sardineles.

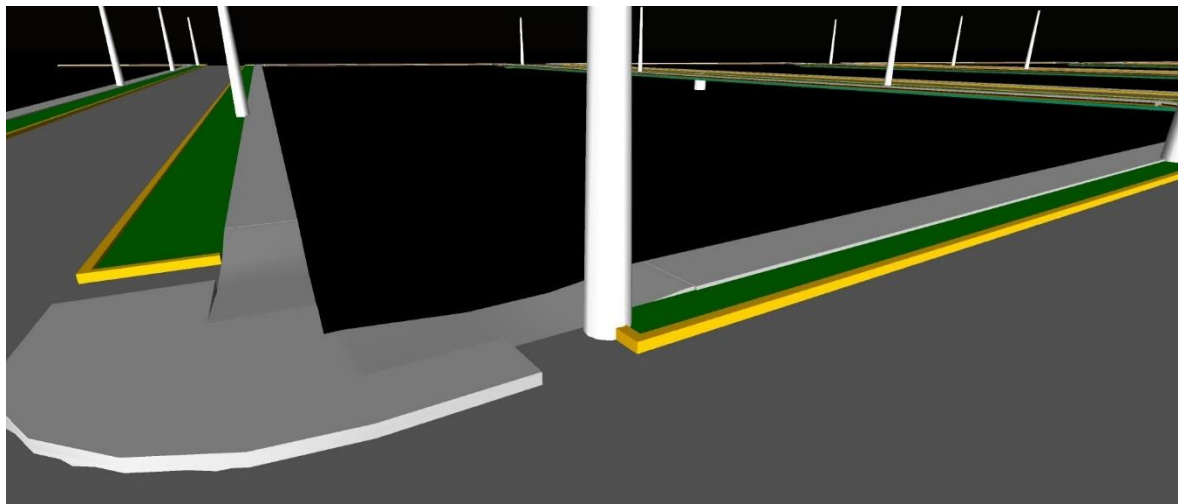
Entre las principales interferencias detectadas destacan:

- Postes que invaden parcialmente rampas peatonales proyectadas, reduciendo la accesibilidad y dificultando el desplazamiento de usuarios.
- Postes que invaden totalmente rampas peatonales, imposibilitando el correcto uso de estos elementos de accesibilidad universal.
- Postes que colisionan con sardineles proyectados, generando incompatibilidades geométricas en el diseño vial.
- Interferencias donde un mismo poste obstruye simultáneamente el cruce peatonal, invade la rampa y colisiona con el sardinel, evidenciando la necesidad de una coordinación más precisa entre el diseño urbano y la infraestructura existente.

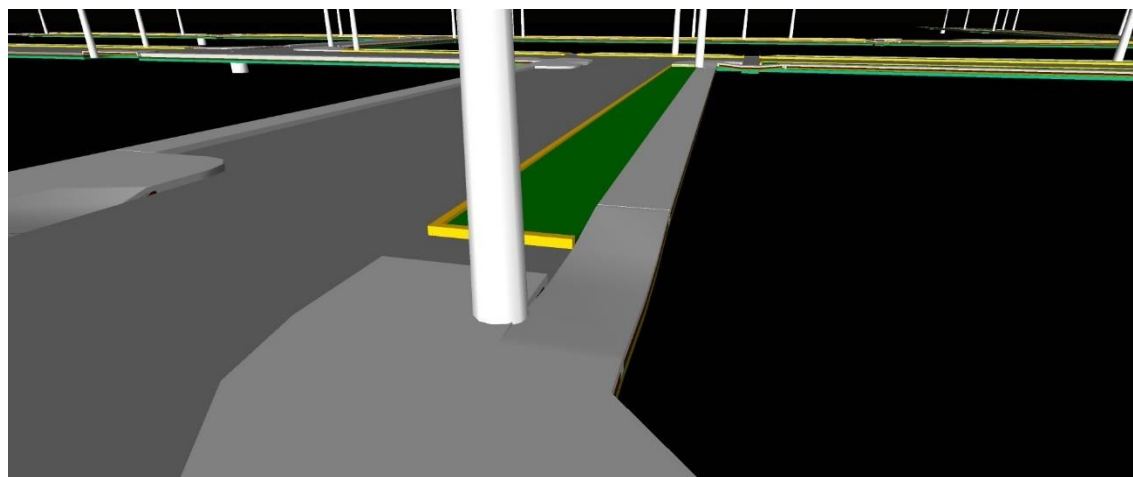
Estas situaciones evidenciaron cómo el uso de BIM permite detectar conflictos que difícilmente pueden ser identificados únicamente mediante planos bidimensionales. A continuación, se muestran las principales interferencias detectadas:

**Figura 58**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, obstruye el cruce proyectado y colisiona con sardinel proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-02)*

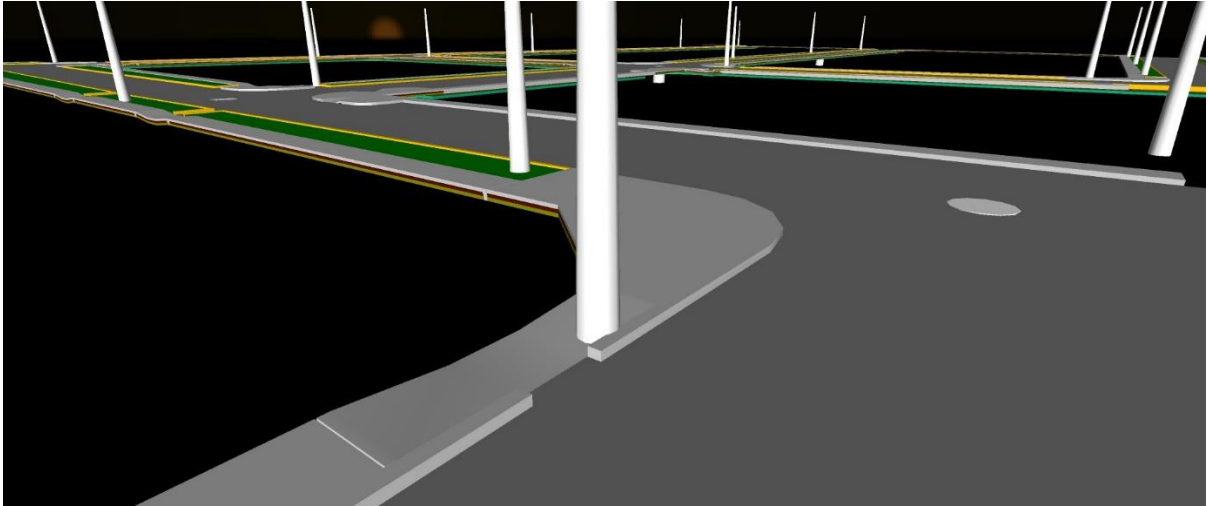
**Figura 59**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-04)*

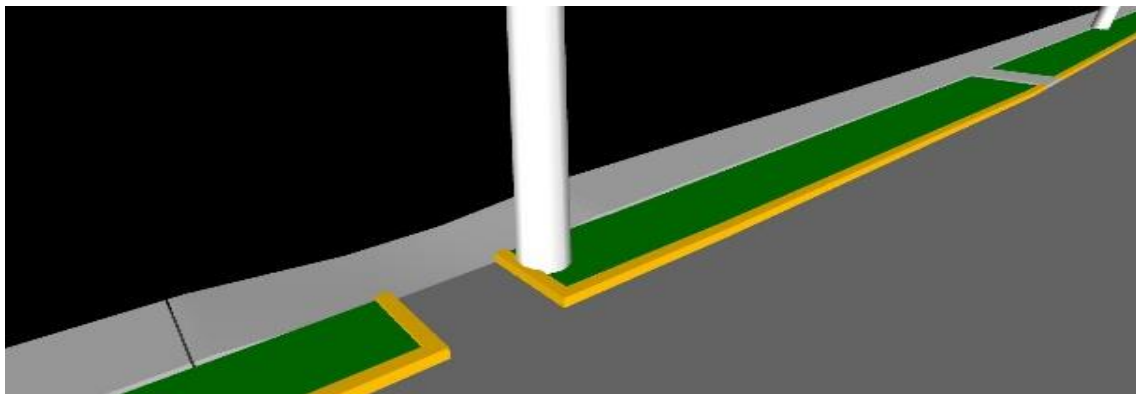


**Figura 60**

*Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-07)*

**Figura 61**

*Interferencia entre el poste colisiona con sardinel proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-10)*



Para el sexto expediente técnico, denominado “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la Torre del distrito de La Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se desarrolló el análisis de interferencias mediante Autodesk Navisworks, integrando el modelo vial y peatonal con la infraestructura existente.

El análisis permitió detectar conflictos principalmente relacionados con postes de alumbrado ubicados dentro de áreas destinadas a rampas peatonales y pavimento proyectado.

Entre las principales interferencias identificadas se encuentran:

- Postes que obstruyen el acceso peatonal hacia las rampas proyectadas, afectando la accesibilidad universal.
- Postes que invaden parcial o totalmente las rampas peatonales, generando incompatibilidades geométricas y funcionales.
- Postes que invaden parcialmente el pavimento proyectado, comprometiendo la continuidad de la estructura vial.

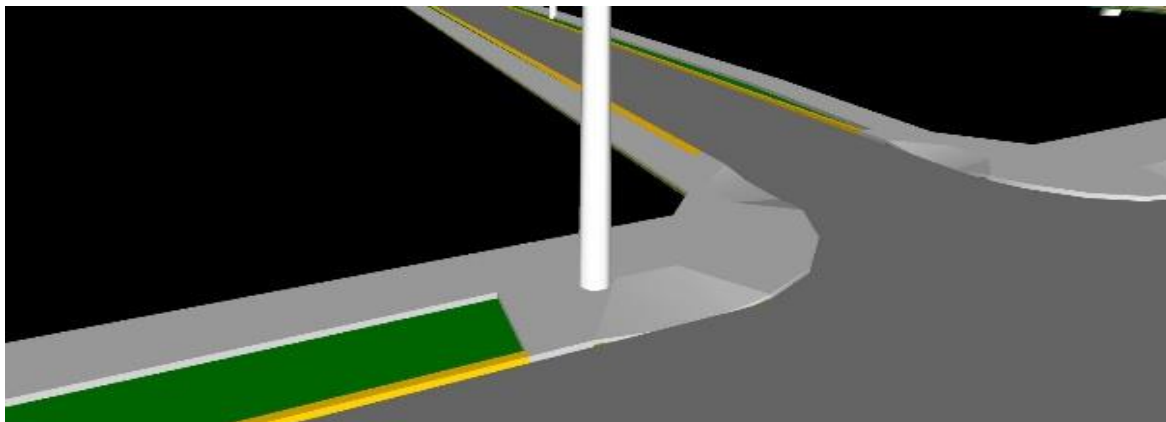
Estas interferencias evidenciaron la importancia de incorporar revisiones tridimensionales durante la etapa de diseño, ya que permiten anticipar problemas constructivos y reducir la probabilidad de modificaciones durante la ejecución.

El uso de BIM facilitó la identificación temprana de estos conflictos, proporcionando información para su revisión y coordinación antes del inicio de obra.

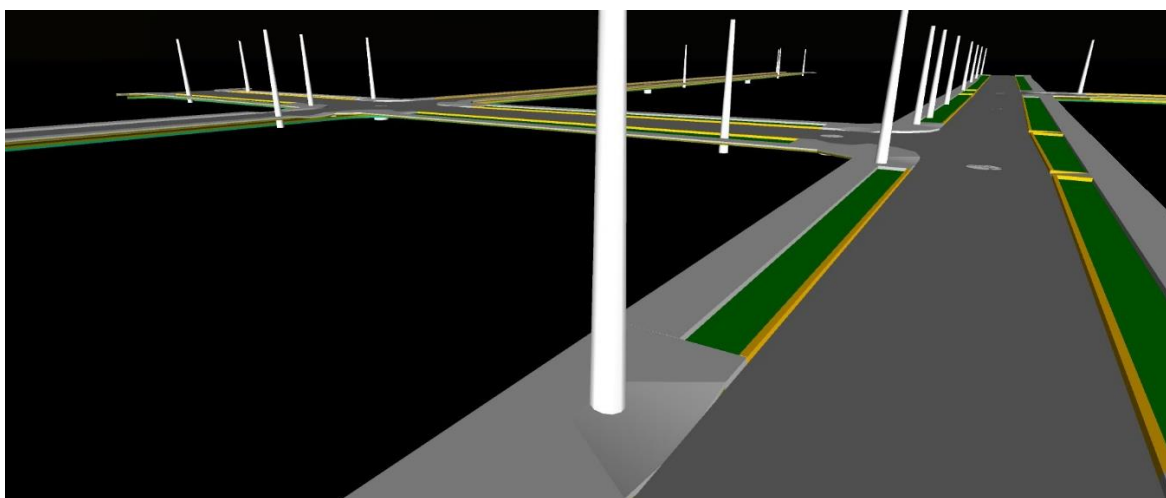
A continuación, se presentan las principales interferencias detectadas:

**Figura 62**

*Interferencia entre el poste obstruye el acceso peatonal hacia la rampa proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-02)*

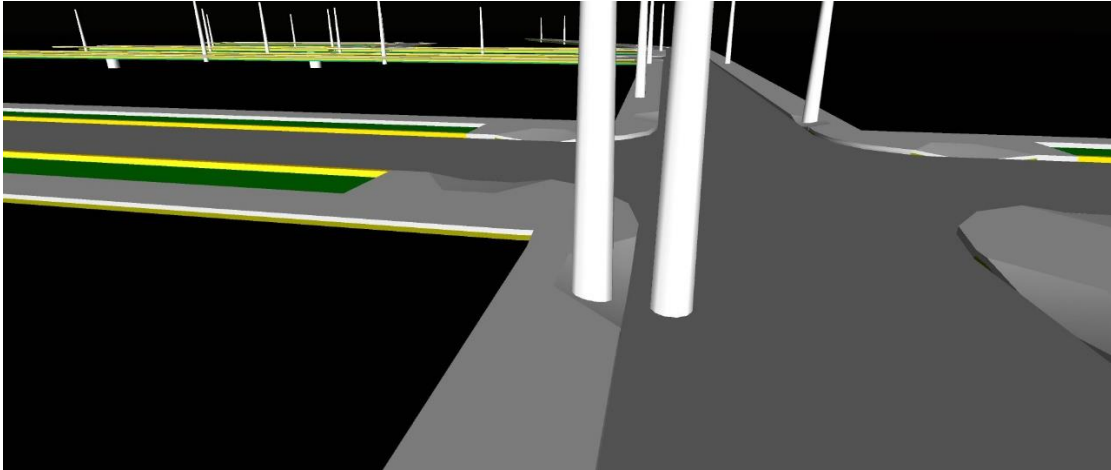
**Figura 63**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-03)*

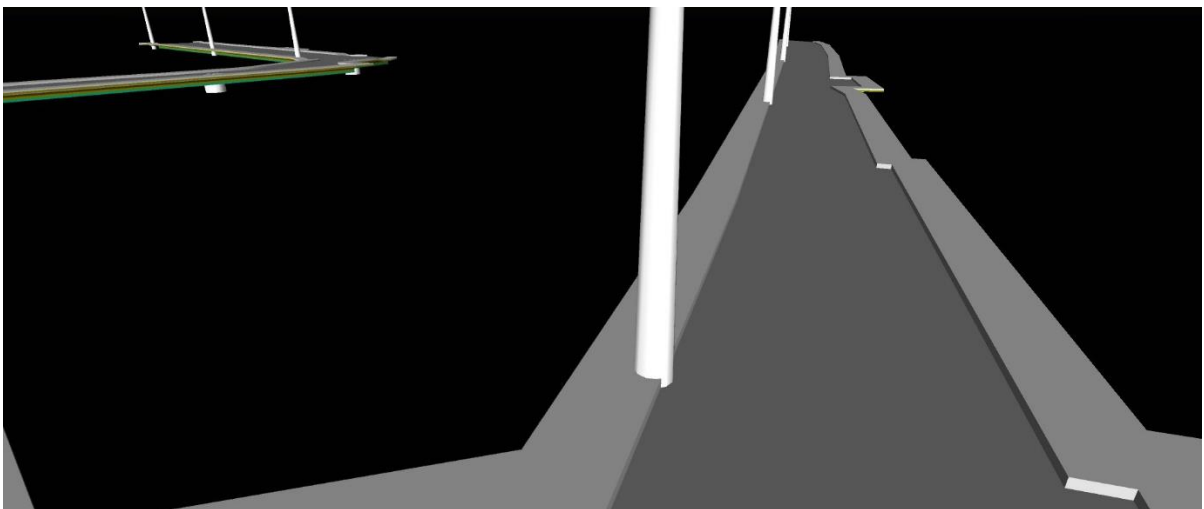


**Figura 64**

*Interferencia entre el poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-08)*

**Figura 65**

*Interferencia entre el poste invade parcialmente el pavimento proyectado, evidenciada mediante revisión tridimensional en Navisworks. (Ver Anexo – Código de interferencia: I-13)*



Finalmente, en el séptimo expediente técnico, titulado “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Colectora entre la av. Las Américas y la calle Santa Rosa, distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se realizó la revisión integral del modelo BIM mediante Autodesk Navisworks con el propósito de detectar interferencias entre los elementos proyectados y la infraestructura existente.

Como resultado del análisis tridimensional, no se identificaron interferencias entre los componentes del proyecto y los elementos urbanos existentes. La integración de pavimentos, ciclovías, veredas, sardineles y mobiliario urbano presentó una adecuada coordinación geométrica y espacial dentro del modelo BIM desarrollado. Este resultado evidenció que el expediente técnico presentaba un adecuado nivel de compatibilización entre disciplinas y una correcta relación entre la infraestructura existente y la propuesta de diseño urbano. Asimismo, la validación realizada mediante BIM permitió confirmar la viabilidad constructiva del proyecto y reducir la incertidumbre técnica asociada a posibles conflictos durante la ejecución.

En consecuencia, el uso de la metodología BIM no solo permitió detectar interferencias en los expedientes técnicos analizados, sino también validar la adecuada coordinación de aquel proyecto que no presentó conflictos durante la revisión del modelo.

### **3.6. Proponer un cronograma de ejecución de obra optimizado**

Una vez identificado el conjunto de actividades constructivas del expediente técnico “Mejoramiento de la infraestructura vial y peatonal de la 1°, 2° y 3° etapa de la habilitación urbana municipal, distrito de la Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque” mediante el modelado digital en Civil 3D y Revit, y tras detectar interferencias que podrían haber generado retrasos o reprocesos durante la ejecución, se procedió a la elaboración de un cronograma de obra optimizado utilizando el software Navisworks Manage.

Este cronograma fue desarrollado a partir de las cantidades extraídas directamente del modelo BIM y estructurado bajo una lógica constructiva coherente con las condiciones reales del entorno. Se priorizó una secuencia de ejecución que minimiza interferencias, evita solapamientos innecesarios y permite una asignación más eficiente de recursos, equipos y frentes de trabajo. Asimismo, se incorporaron ajustes estratégicos como la

ejecución paralela de actividades compatibles, las cuales no habían sido contempladas en la programación del expediente técnico original.

Al comparar este cronograma optimizado con el planteado inicialmente bajo el enfoque tradicional, se observó una reducción sustancial en el plazo total de ejecución. Esta mejora se atribuyó principalmente a:

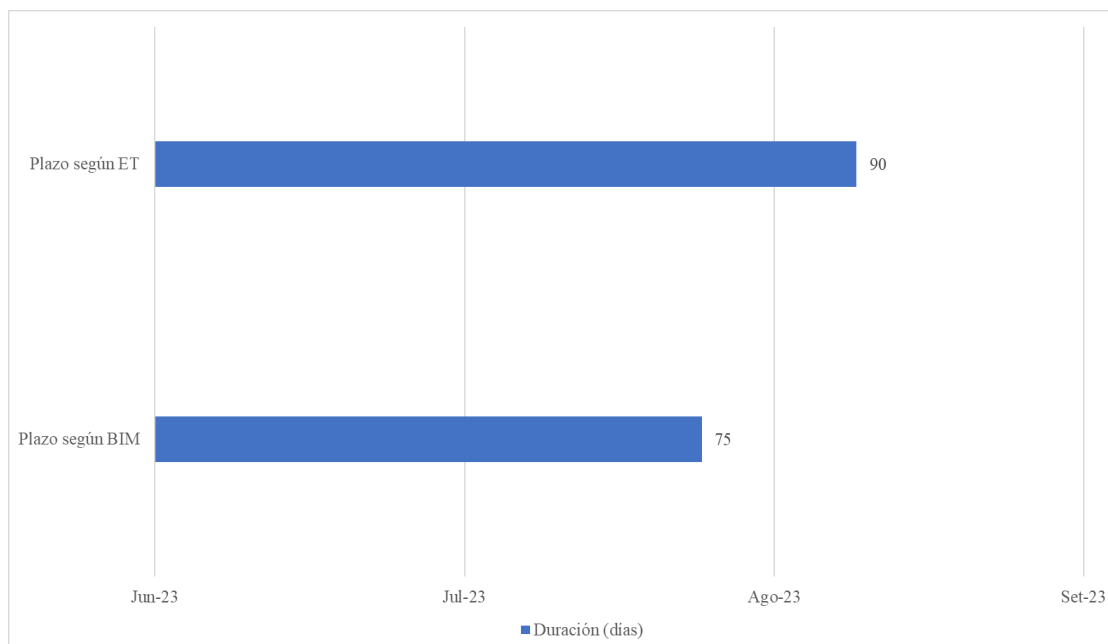
- Una coordinación más precisa entre partidas.
- La eliminación de reprocesos asociados a interferencias no previstas.
- La visualización tridimensional del avance físico proyectado, que permite anticipar restricciones y ajustar la planificación.

El cronograma propuesto no solo mejoró los tiempos de ejecución, sino que también representó una herramienta estratégica para la gestión y el control de la obra. Su carácter visual e interactivo permitió monitorear el progreso de forma dinámica, realizar simulaciones constructivas y tomar decisiones informadas durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Este enfoque reafirmó el valor agregado del uso de metodología BIM en la planificación temporal de obras, al facilitar una gestión más precisa, adaptable y alineada con los objetivos del proyecto.

**Figura 66**

*Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado– La Victoria*

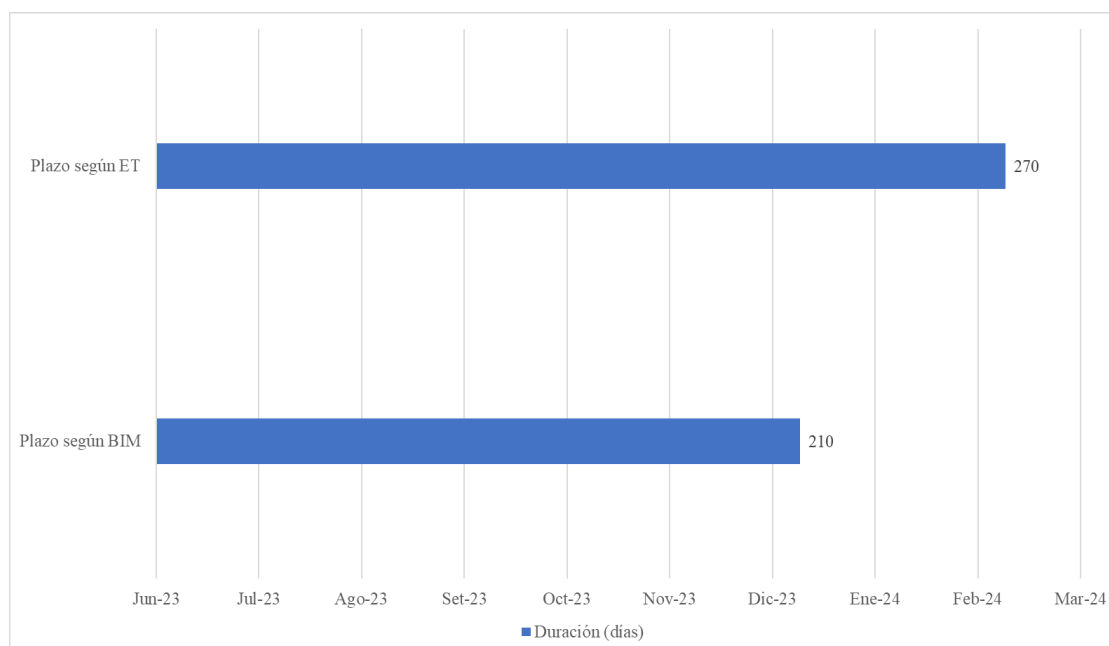


Tras la evaluación del primer expediente técnico y la validación de la metodología BIM en la optimización de plazos de ejecución, se aplicó el mismo procedimiento al segundo caso de estudio.

A partir del análisis realizado, se elaboró un cronograma de ejecución optimizado que incorpora la secuenciación de actividades obtenida del modelo BIM en Navisworks. Dicho cronograma mantuvo la estructura del expediente técnico original, pero introdujo ajustes en las partidas críticas que permitieron un desarrollo más fluido de la obra. Entre las mejoras destacaron la integración de procesos constructivos complementarios, la reducción de tiempos improductivos y la adecuada coordinación entre frentes de trabajo. El resultado fue un cronograma más realista y eficiente, que constituyó una propuesta de planificación ajustada a la realidad constructiva y al aprovechamiento del espacio urbano.

**Figura 67**

*Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- Túpac Amaru*



En coherencia con el análisis realizado y en continuidad con los expedientes anteriores, se elaboró un cronograma de ejecución de obra optimizado para el proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. Pedro Cieza de León entre la Av. 09 de Octubre y la Av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque”. Dicho cronograma fue desarrollado a partir de la simulación 4D en Navisworks, integrando los modelos BIM y considerando las interacciones entre partidas, las restricciones propias del entorno urbano y la necesidad de secuenciar adecuadamente los procesos constructivos.

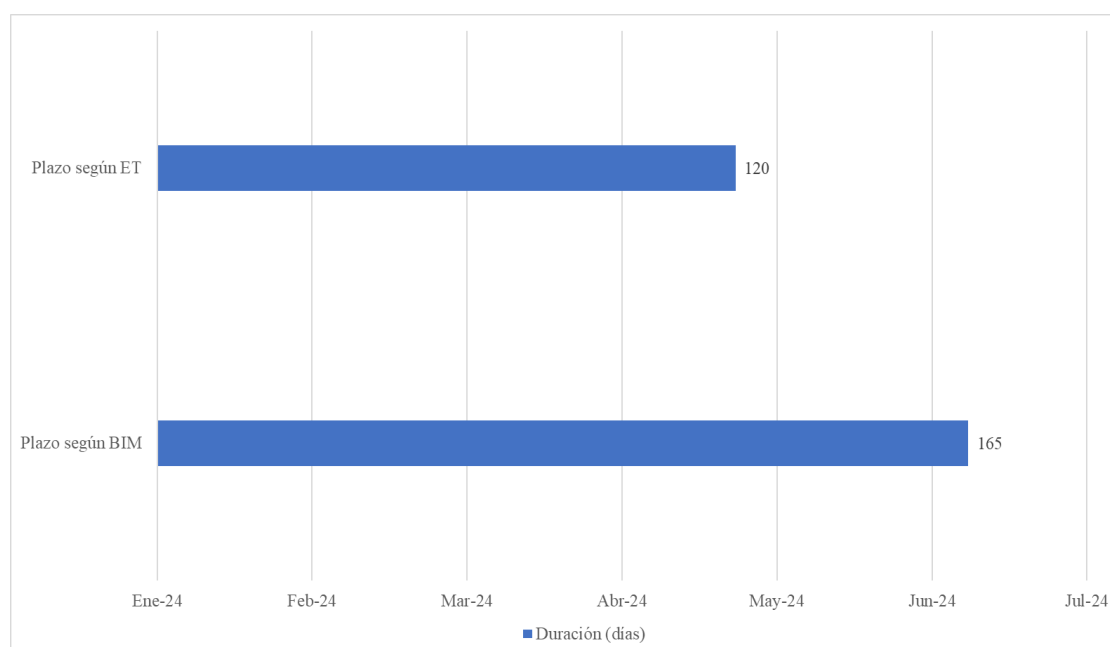
El resultado fue una programación que, si bien extendió el plazo respecto a lo planteado en el expediente técnico original, proporciona una representación más realista y coherente del desarrollo de la obra. Este cronograma optimizado reflejó de manera detallada la interacción entre actividades críticas, evitando la superposición irreal de partidas y anticipando posibles retrasos.

La propuesta obtenida constituyó, por tanto, una herramienta de gestión clave para la planificación y el control de la obra, al ofrecer una visión integral del proceso

constructivo. Asimismo, resaltó la ventaja del uso de BIM no solo en la detección de interferencias y en la optimización de metrados y costos, sino también en la definición de cronogramas ajustados a la realidad de ejecución, con el fin de reducir riesgos de incumplimiento y fortalecer la toma de decisiones en la gestión de proyectos urbanos.

### Figura 68

*Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- Av. Pedro Cieza de León*



En el caso del cuarto expediente técnico, correspondiente al proyecto “Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se elaboró un cronograma de ejecución optimizado a partir de la integración del modelo BIM desarrollado en Civil 3D y Revit con la simulación 4D en Navisworks.

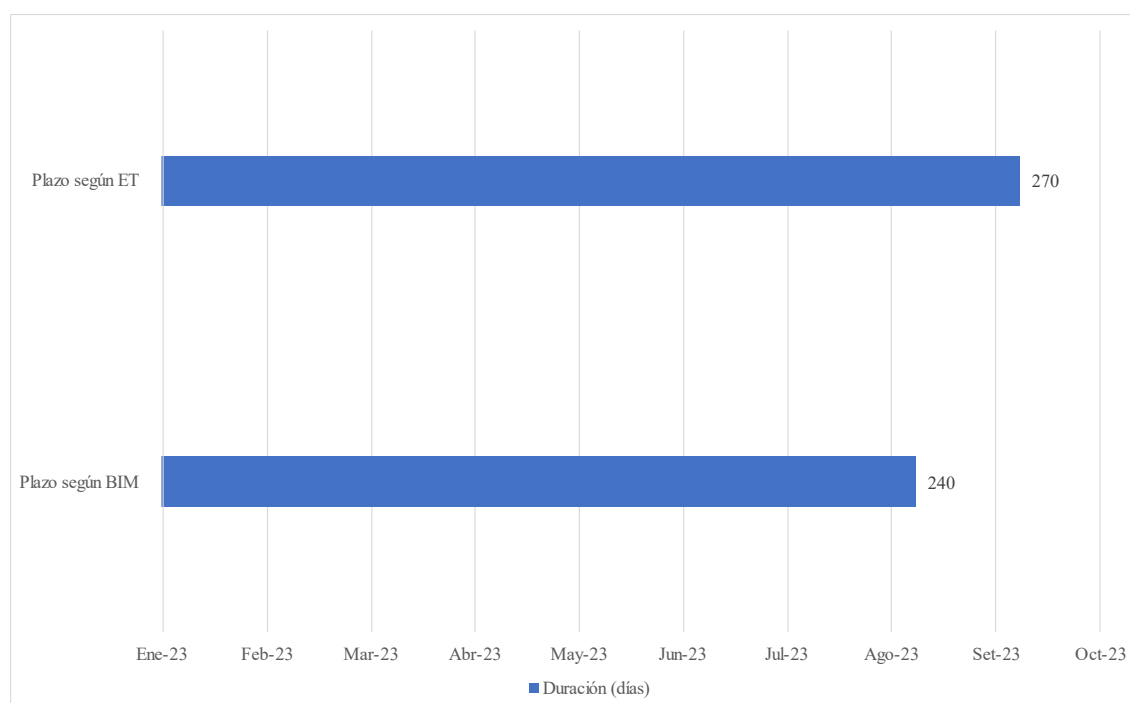
El cronograma optimizado permitió reorganizar las actividades constructivas de manera más eficiente, principalmente en partidas relacionadas con adoquinado, sardineles y áreas verdes, donde el modelado tridimensional facilitó una mejor distribución de frentes de trabajo y una secuencia más coherente de ejecución. Asimismo, la detección anticipada de interferencias asociadas a postes y rampas vehiculares permitió incorporar soluciones preventivas antes de la fase constructiva, evitando posibles retrasos y reprocesos.

Como resultado del análisis, el plazo de ejecución optimizado mediante BIM fue de 240 días calendario, frente a los 270 días establecidos en el expediente técnico original, obteniéndose una reducción de 30 días, equivalente al 11.11 % del plazo total. Esta disminución evidenció que la metodología BIM contribuyó a optimizar la programación de obra mediante una planificación más ordenada, coordinada y ajustada a las condiciones reales del proyecto.

La propuesta de cronograma optimizado constituyó una herramienta de gestión que fortaleció el control y seguimiento de la obra, permitiendo mejorar la coordinación entre actividades y reducir riesgos asociados a incompatibilidades durante la ejecución.

### Figura 69

*Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz*



En el quinto expediente técnico, correspondiente al proyecto “Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque”, se desarrolló un cronograma de ejecución optimizado mediante la metodología BIM, integrando el modelo tridimensional con la simulación temporal en Navisworks.

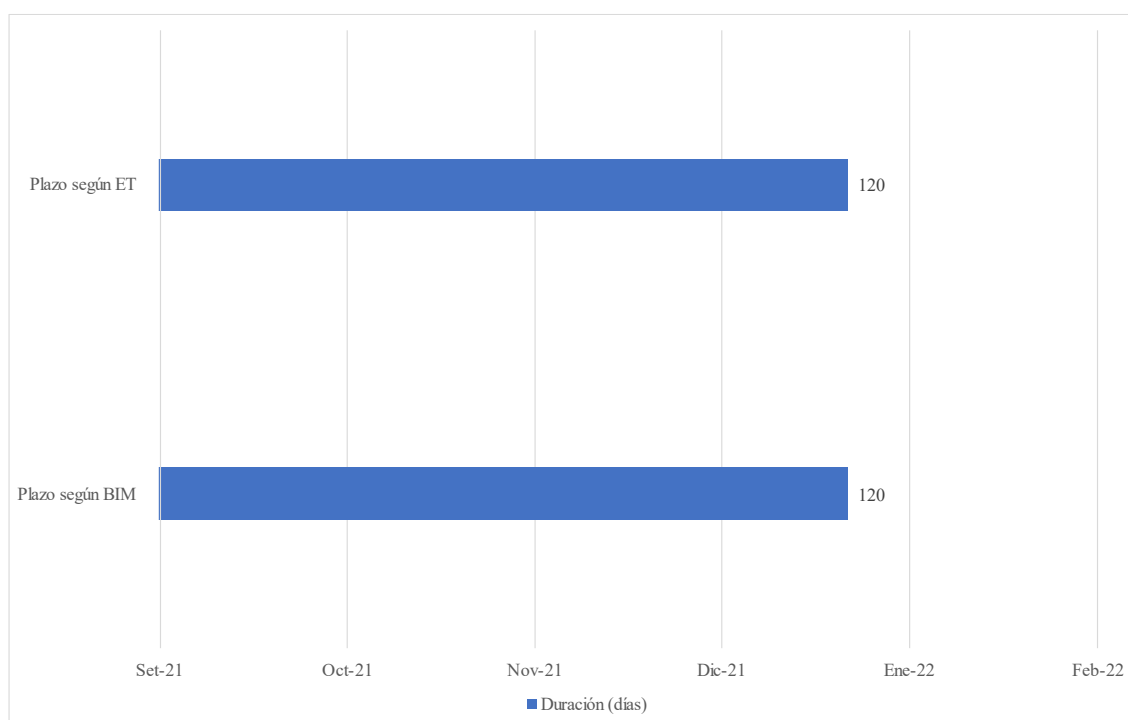
El análisis permitió verificar que las actividades constructivas contempladas en el expediente técnico original presentaban una secuencia compatible con las condiciones reales del proyecto, por lo que el cronograma optimizado mantuvo el mismo plazo total de ejecución. No obstante, el entorno BIM facilitó una mejor coordinación entre partidas relacionadas con veredas, rampas, sardineles y áreas verdes, además de permitir la detección anticipada de interferencias entre postes y elementos de accesibilidad peatonal.

Como resultado, tanto el expediente técnico original como el cronograma optimizado mediante BIM establecieron un plazo de 120 días calendario, por lo que no se evidenció variación en la duración total del proyecto. Sin embargo, el uso de BIM aportó ventajas importantes en términos de control constructivo, visualización de actividades y reducción de incertidumbres durante la ejecución.

En consecuencia, aunque no se obtuvo una disminución del plazo, la metodología BIM permitió validar la coherencia de la programación original y fortalecer la planificación mediante una representación más precisa y coordinada del proceso constructivo.

### Figura 70

*Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz*



En continuidad con los expedientes anteriores, se elaboró un cronograma de ejecución optimizado para el proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la Torre del distrito de La Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, utilizando la simulación 4D desarrollada en Navisworks a partir del modelo BIM.

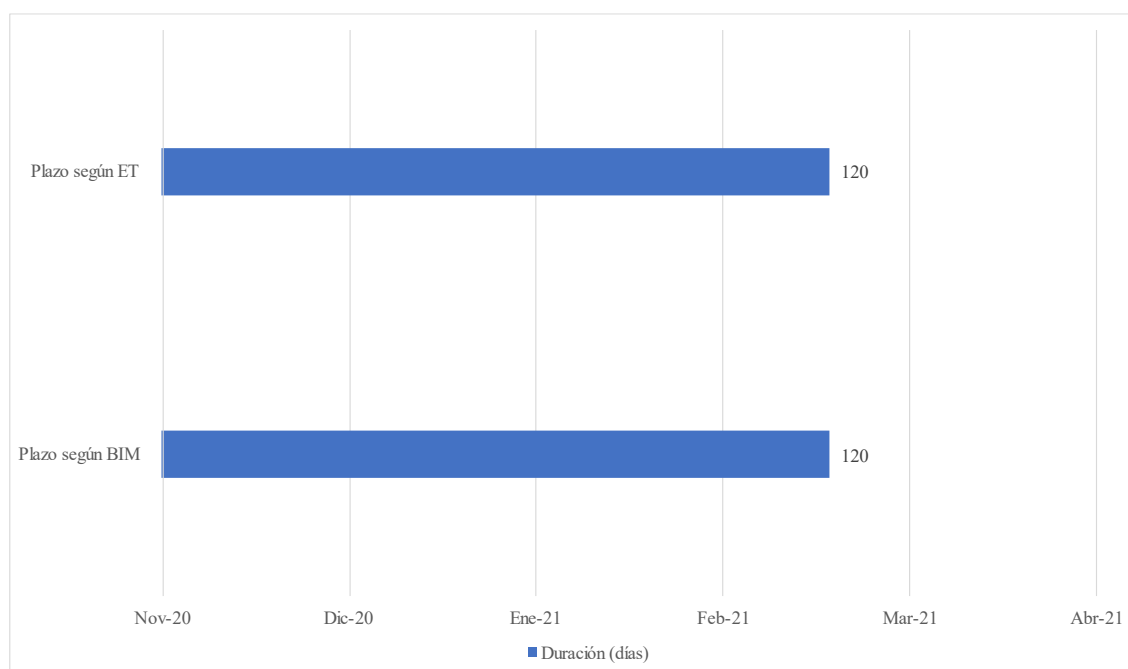
El cronograma optimizado permitió evaluar la secuencia de ejecución de partidas asociadas al pavimento asfáltico, veredas, sardineles, rampas y áreas verdes, verificando la interacción entre actividades y la disponibilidad de frentes de trabajo. Asimismo, la detección de interferencias entre postes y rampas peatonales facilitó la incorporación de medidas correctivas dentro de la planificación antes de la etapa constructiva.

Los resultados evidenciaron que el plazo de ejecución propuesto en el expediente técnico original ya presentaba una programación ajustada a las condiciones del proyecto, por lo que el análisis BIM mantuvo el mismo periodo de ejecución. Tanto el expediente técnico como el cronograma optimizado establecieron una duración de 120 días calendario, sin registrarse variación en el plazo total.

A pesar de no existir reducción de tiempo, la implementación de BIM permitió mejorar la coordinación de actividades, validar la lógica constructiva del cronograma y proporcionar una herramienta visual de seguimiento y control del avance físico de la obra.

**Figura 71**

*Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl haya de la torre*



Finalmente, en el séptimo expediente técnico, correspondiente al proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Colectora entre la av. Las Américas y la calle Santa Rosa, distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque”, se desarrolló un cronograma de ejecución optimizado mediante la metodología BIM y la simulación 4D en Navisworks.

El análisis del modelo permitió reorganizar actividades vinculadas a pavimento, ciclovía, veredas, adoquinados y señalización urbana, optimizando la secuencia de ejecución y reduciendo tiempos improductivos entre partidas complementarias. La visualización tridimensional facilitó además una mejor coordinación de recursos y frentes de trabajo, permitiendo ejecutar actividades simultáneas sin generar interferencias constructivas.

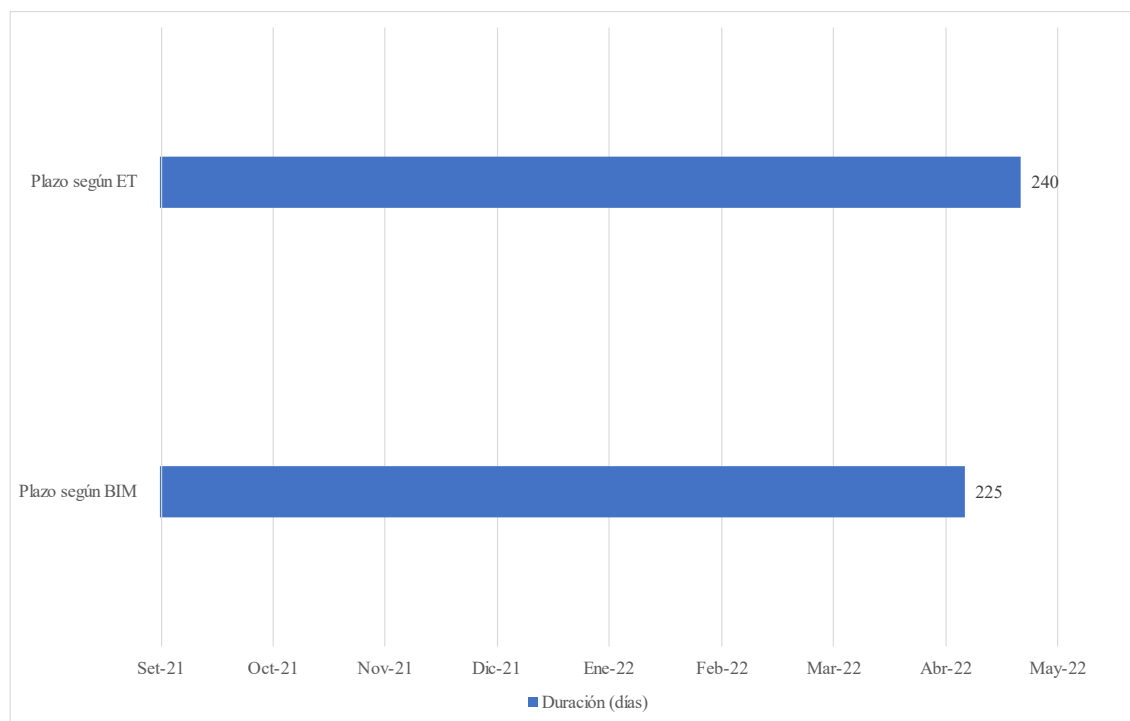
Como resultado, el cronograma optimizado mediante BIM estableció un plazo de ejecución de 225 días calendario, frente a los 240 días contemplados en el expediente

técnico original. Esta diferencia representó una reducción de 15 días, equivalente al 6.25 % del plazo total del proyecto.

La optimización obtenida demostró que la metodología BIM contribuyó a mejorar la eficiencia en la programación de obras urbanas, permitiendo generar cronogramas más dinámicos, coordinados y ajustados a las condiciones reales de ejecución. Asimismo, el cronograma propuesto constituyó una herramienta estratégica para fortalecer el control del proyecto y minimizar riesgos asociados a retrasos durante la construcción.

### Figura 72

*Comparación gráfica del plazo de ejecución: expediente técnico original vs. modelo BIM optimizado- avenida Colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa*



#### IV. Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo aplicar la metodología BIM para optimizar el costo y el plazo de ejecución en obras de pavimentación urbana en la ciudad de Chiclayo. Para ello, se realizó el modelamiento digital de siete expedientes técnicos mediante herramientas BIM como Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit y Autodesk Navisworks, lo que permitió comparar la información contenida en los expedientes tradicionales con los resultados obtenidos mediante modelos tridimensionales, considerando aspectos como metrados, costos, plazos de ejecución e interferencias no identificadas inicialmente. Los resultados obtenidos evidenciaron que la metodología BIM constituyó una alternativa técnica para mejorar la gestión de la información durante la etapa de planificación, debido a que permitió representar con mayor precisión las condiciones del proyecto y anticipar posibles problemas antes del inicio de la ejecución. En ese sentido, pudo inferirse que la principal contribución de la metodología no radicó únicamente en la digitalización de los expedientes técnicos, sino en la generación de información más confiable para la toma de decisiones durante las etapas previas a la construcción.

Estos resultados guardaron relación con lo señalado por Muñoz et al. (2022), quienes establecieron que BIM representó una metodología adaptable para la planificación y documentación de proyectos viales, debido a que permitió integrar información geométrica y constructiva mediante modelos digitales. En ese sentido, el desarrollo de los siete modelos BIM permitió transformar los planos bidimensionales de los expedientes técnicos en representaciones tridimensionales con un mayor nivel de información, facilitando la comprensión de los componentes de las obras de pavimentación y mejorando la revisión previa del diseño. Asimismo, coincidieron con lo indicado por Chica et al. (2023), quienes mencionaron que BIM favoreció una gestión digital de la información en la que se integraron el diseño, la planificación y la ejecución dentro de un mismo entorno colaborativo. La concordancia entre estos antecedentes y los resultados obtenidos permitió interpretar que la integración de la información en un modelo digital favoreció una planificación más precisa y redujo las limitaciones propias de la documentación convencional.

Respecto al primer objetivo específico, relacionado con el modelamiento de los expedientes técnicos mediante BIM, los resultados demostraron que la incorporación de herramientas digitales permitió organizar y visualizar de manera más eficiente la información existente en los documentos tradicionales. En los expedientes evaluados se identificaron elementos que requirieron una revisión detallada debido a la complejidad propia de las obras urbanas, donde intervinieron diferentes componentes como pavimentos, veredas, rampas, sardineles y elementos existentes dentro del área de intervención. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Banda (2023), quien aplicó BIM en el diseño vial urbano de la calle Jr. Jesús Alberto Miranda en Moyobamba y concluyó que la metodología permitió mejorar el desarrollo del proyecto mediante la integración de herramientas como Civil 3D, InfraWorks y Revit, además de facilitar la identificación temprana de errores. En consecuencia, pudo interpretarse que el modelamiento tridimensional favoreció una comprensión integral del proyecto, permitiendo identificar aspectos que difícilmente podían visualizarse mediante planos bidimensionales.

En relación con la comparación de los metrados obtenidos mediante BIM y aquellos establecidos en los expedientes técnicos originales, los resultados evidenciaron diferencias considerables en determinadas partidas de obra. Ello permitió evidenciar que los procesos tradicionales de cuantificación basados en planos bidimensionales presentaron limitaciones asociadas con errores de interpretación, omisiones o dificultades para representar correctamente elementos espaciales. La obtención automática de metrados desde el modelo BIM permitió disponer de cantidades asociadas directamente con los elementos digitales modelados, generando información más precisa para la estimación económica.

Este resultado coincidió con la investigación desarrollada por Regalado (2024), quien, al comparar una obra de pavimentación gestionada mediante BIM frente a un método tradicional, encontró que el presupuesto obtenido mediante BIM presentó una mayor aproximación al costo real ejecutado. De igual manera, Puentes (2021) evidenció que la aplicación de BIM en el diseño geométrico de pavimentos permitió identificar deficiencias en los metrados inicialmente considerados, generando una diferencia económica de S/ 227 003,51. Estos antecedentes permitieron interpretar que BIM no solamente permitió identificar diferencias en las cantidades de obra, sino también mejorar

la confiabilidad de la información utilizada para la elaboración de presupuestos, reduciendo la incertidumbre asociada a la planificación inicial.

Respecto al objetivo relacionado con la variación del costo de ejecución, los resultados obtenidos mostraron que la aplicación de BIM generó comportamientos diferenciados entre los siete expedientes analizados. Mientras algunos proyectos presentaron reducciones económicas, como el Expediente 02 con una disminución de S/ 204 989,27 y el Expediente 07 con S/ 139 614,90, otros presentaron incrementos, como el Expediente 03 con S/ 1 332 926,85. Esta situación evidenció que la optimización mediante BIM no debió interpretarse únicamente como una reducción del presupuesto inicial, sino como una mejora en la confiabilidad de la estimación económica, al reflejar con mayor precisión las cantidades reales de obra requeridas para la ejecución del proyecto.

Lo anterior guardó relación con García (2021), quien sostuvo que los sobrecostos en obras públicas suelen originarse por errores de diseño, modificaciones no previstas y deficiencias en la planificación inicial. Desde esta perspectiva, BIM permitió disminuir la incertidumbre económica al proporcionar información más precisa sobre cantidades, materiales y condiciones del proyecto. Asimismo, Gómez et al. (2023) señalaron que BIM favoreció la identificación temprana de interferencias y mejoró la planificación de recursos, reduciendo modificaciones durante la etapa constructiva. En consecuencia, los resultados permitieron inferir que la principal fortaleza de BIM consistió en incrementar la confiabilidad de los presupuestos, independientemente de que las variaciones económicas representaran aumentos o reducciones respecto al expediente técnico original.

En cuanto a la evaluación del plazo de ejecución, los resultados evidenciaron que la simulación 4D desarrollada mediante Navisworks permitió generar cronogramas más coherentes con la secuencia constructiva real. En algunos expedientes se identificaron reducciones importantes del tiempo de ejecución, como en el Expediente 02, donde el plazo disminuyó de 270 a 210 días, en el Expediente 04, donde pasó de 270 a 240 días, y en el Expediente 01 donde se redujo de 90 a 75 días. Estos resultados mostraron que la integración del modelo tridimensional con la programación permitió evaluar previamente la relación entre actividades y optimizar la organización de los trabajos.

Estos hallazgos coincidieron con Marín y Moyano (2023), quienes, al comparar metodologías tradicionales y BIM en un proyecto vial, determinaron que la implementación de BIM permitió mejorar la planificación, generando una reducción del periodo de ejecución del 28 %. De igual manera, Regalado (2024) concluyó que BIM permitió obtener cronogramas más precisos y mejorar la gestión del tiempo en proyectos de pavimentación. La coincidencia entre los resultados permitió interpretar que la simulación 4D constituyó una herramienta eficaz para anticipar la secuencia de actividades y fortalecer la planificación temporal de las obras.

Sin embargo, en la presente investigación también se identificó un incremento del plazo en el Expediente 03, donde pasó de 120 a 165 días. Este resultado evidenció que BIM no redujo necesariamente los tiempos de ejecución de manera automática, sino que permitió establecer cronogramas más realistas al considerar restricciones constructivas, la secuencia de actividades y las condiciones particulares del proyecto. Al respecto, Monti (2020) señaló que una adecuada planificación temporal requirió reducir la variabilidad durante la ejecución, siendo fundamental anticipar las dificultades que pudieran afectar el desarrollo de la obra. En este sentido, el incremento del plazo observado en dicho expediente pudo interpretarse como una mejora en la precisión de la programación y no como una desventaja de la metodología.

En relación con la detección de interferencias, los resultados evidenciaron que mediante Navisworks fue posible identificar 267 conflictos en los expedientes evaluados, principalmente relacionados con elementos urbanos existentes y componentes proyectados. Esta situación evidenció una de las principales ventajas del modelamiento tridimensional, debido a que permitió realizar una revisión preventiva antes del inicio de la ejecución física de las obras. La detección anticipada de estos conflictos permitió prever posibles modificaciones durante la etapa constructiva, contribuyendo a una mejor coordinación entre los diferentes componentes del proyecto.

Estos resultados presentaron similitud con Olorte y Visag (2021), quienes mediante la aplicación de BIM lograron identificar 197 interferencias durante la etapa de diseño de una vivienda multifamiliar, evitando problemas posteriores durante la construcción. Asimismo, Puentes (2021) encontró que BIM permitió detectar incompatibilidades antes del inicio del proyecto vial, mejorando la programación y reduciendo posibles modificaciones durante la ejecución. Desde el punto de vista metodológico, estos

resultados respaldaron lo señalado por Medina (2023), quien indicó que Navisworks facilitó la coordinación, la simulación y el análisis de proyectos tridimensionales, permitiendo identificar conflictos y mejorar la toma de decisiones. En consecuencia, pudo inferirse que la detección temprana de interferencias constituyó uno de los principales aportes de la metodología BIM frente a los procedimientos tradicionales de elaboración de expedientes técnicos.

Finalmente, respecto al cronograma optimizado propuesto, los resultados evidenciaron que la integración entre el modelo BIM y la simulación 4D permitió generar una planificación más completa, considerando no solamente la duración de las actividades, sino también la relación espacial entre los componentes del proyecto. Esto representó una mejora frente a los cronogramas tradicionales, debido a que permitió visualizar anticipadamente el comportamiento de la obra y evaluar posibles restricciones antes del inicio de la construcción.

Estos resultados se encontraron alineados con Limaylla (2024), quien señaló que la integración de BIM con metodologías de planificación permitió mejorar la secuencia constructiva y reducir desperdicios durante la ejecución. Asimismo, la Guía Nacional BIM del Ministerio de Economía y Finanzas (2023) estableció que la aplicación de BIM en proyectos públicos contribuyó a mejorar la precisión de los costos y generar programaciones más realistas. La coincidencia con estos referentes permitió interpretar que la planificación basada en modelos digitales fortaleció la gestión del proyecto al integrar de manera simultánea la información geométrica, económica y temporal.

En síntesis, los resultados obtenidos permitieron afirmar que la aplicación de la metodología BIM en obras de pavimentación urbana en la ciudad de Chiclayo contribuyó a mejorar la calidad de la planificación del proyecto mediante una representación más precisa de los elementos constructivos, una estimación económica con menor incertidumbre, una programación temporal más coherente y una identificación anticipada de interferencias. En consecuencia, la metodología BIM no debió entenderse únicamente como una herramienta orientada a reducir costos o plazos de ejecución, sino como una metodología integral que fortaleció la toma de decisiones durante las etapas de diseño y planificación, incrementando la confiabilidad de los expedientes técnicos y favoreciendo una gestión más eficiente de los proyectos de infraestructura vial

## Conclusiones

- Se concluyó que la aplicación de la metodología BIM permitió optimizar el costo y el plazo de ejecución de las obras de pavimentación urbana evaluadas en la ciudad de Chiclayo, al proporcionar una representación tridimensional más precisa de los proyectos, mejorar la confiabilidad de los metrados, optimizar la planificación temporal e identificar interferencias antes del inicio de la ejecución.
- Se determinó que el modelamiento de los siete expedientes técnicos mediante Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit y Autodesk Navisworks permitió integrar de manera eficiente la información geométrica y constructiva de cada proyecto, facilitando la visualización de los diferentes componentes de la infraestructura vial y mejorando el proceso de revisión técnica respecto a los expedientes desarrollados mediante métodos convencionales.
- Se estableció que los metrados obtenidos mediante la metodología BIM presentaron diferencias respecto a los consignados en los expedientes técnicos originales, lo que generó variaciones en los costos de ejecución. Entre los resultados más representativos se encontró una reducción del 6,15 % en el Expediente 01 y un incremento del 50,74 % en el Expediente 03, evidenciando que el modelamiento BIM permitió obtener cantidades de obra más acordes con las condiciones reales del proyecto.
- Se comprobó que la aplicación de la metodología BIM generó variaciones económicas en los proyectos analizados, registrándose reducciones de S/ 204 989,27 en el Expediente 02, S/ 118 515,48 en el Expediente 01 y S/ 139 614,90 en el Expediente 07; asimismo, se identificaron incrementos de S/ 626 312,69 en el Expediente 04 y de S/ 1 332 926,85 en el Expediente 03. Estos resultados evidenciaron que la principal contribución de BIM consistió en incrementar la confiabilidad de la estimación económica al reflejar con mayor precisión las cantidades reales de obra.
- Se identificaron 267 interferencias mediante el uso de Autodesk Navisworks, principalmente entre elementos urbanos existentes y componentes proyectados, destacando el Expediente 04 con 132 interferencias y el Expediente 03 con 59.

Este resultado evidenció que la metodología BIM permitió detectar conflictos constructivos antes del inicio de la ejecución, reduciendo el riesgo de modificaciones, sobrecostos y retrasos durante el desarrollo de las obras.

- Se comprobó que la simulación 4D permitió optimizar la planificación temporal de los proyectos al generar cronogramas más acordes con la secuencia constructiva real. Se registraron reducciones del plazo de ejecución en los Expedientes 01, 02, 04 y 07, mientras que en los Expedientes 05 y 06 el tiempo permaneció sin variaciones y en el Expediente 03 se incrementó de 120 a 165 días. Estos resultados evidenciaron que la metodología BIM no buscó reducir los tiempos de ejecución de manera indiscriminada, sino establecer programaciones más realistas y técnicamente sustentadas.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda incorporar la metodología BIM desde la etapa de diseño en proyectos de pavimentación urbana, ya que permite prever interferencias, optimizar metrados y evitar reprocesos en la etapa de ejecución.
- Las entidades públicas y privadas responsables de elaborar expedientes técnicos deberían considerar la utilización de herramientas BIM como Civil 3D, Revit y Navisworks, promoviendo una transición progresiva hacia un enfoque digital colaborativo.
- Es importante capacitar a los profesionales de ingeniería civil en el empleo de tecnologías BIM, especialmente en obras de infraestructura urbana, donde la precisión y coordinación entre especialidades son fundamentales.
- Para futuras investigaciones, se sugiere aplicar esta metodología en otros tipos de obras lineales (como redes de agua, alcantarillado o defensas ribereñas), a fin de evaluar su impacto en distintos contextos técnicos y presupuestales.
- Finalmente, se recomienda actualizar las normativas técnicas peruanas para que reconozcan oficialmente la aplicación de metodología BIM en la elaboración de expedientes técnicos, estableciendo lineamientos que aseguren su implementación estandarizada.

## Referencias

- Abad, E. D. (2024). *Metodología building information modeling y gestión de información en una empresa constructora, Chiclayo* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/145673/Abad\\_PED-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/145673/Abad_PED-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arévalo Pizarro, A. S., y Soto Arrieta, J. R. (2022). Building Information Modeling (BIM) y su desarrollo en la industria de la construcción. [Tesis de licenciatura, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/5635>
- Banda, M. (2023). *Aplicación del BIM para el diseño vial urbano del Jr. Jesús Alberto Miranda Calle, Moyobamaba, San Martín, 2023* [Tesis de grado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]
- Bustamante, G., Ochoa, J., & González, F. (2021). Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco. *Obras y Proyectos*, 30, 74–90.
- Cardona-Sánchez, E y Torres-Mejía, J. (2020). *Modelo de gestión del tiempo y de los costos del proyecto para la conservación de la malla vial y del espacio público del Consorcio HI Bosa*, basado en la metodología del PMBOK. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional <https://hdl.handle.net/10983/24894>
- Chica-Segovia, A., León, C. A., & Patiño-León, L. R. (2023). El estudio patológico en tiempos de Building Information Modeling: de la teoría a la práctica. *Revista de Arquitectura*, 25(2), 138–154.
- Contraloría General de la República. (2024). Reporte de obras paralizadas en el territorio nacional a setiembre 2024 N° 0008-2024-CG/SESNC. Contraloría general de la República. Recuperado el 28 de octubre de 2024, de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7167319/6146671-informe-de-obras-paralizadas-en-el-territorio-nacional-a-setiembre-2024.pdf>

- Cunha Maia, H., Martins Galvão, H., y Tavares Matias, N. (2024). Metodologia Building Information Modelling – Bim Na Perspectiva De Profissionais De Órgão Público Estadual. *Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)*, 17(7), 1–27.
- Cusirimay Centeno, E. B. (2022). *Implementación de la metodología BIM en el proyecto de infraestructura pública: instalación del Centro Rural de Formación en Alternancia Agropecuaria Maganiro de la Comunidad de Shima, Distrito de Echarate, La Convención - Cusco* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11788>
- Díaz Farfán, B., & Rivera Vera, M. N. (2020). *Optimización de costos y tiempos de las partidas de mayor incidencia en proyectos viales de la región sierra centro y sur, mediante la metodología BIM* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional <http://hdl.handle.net/10757/652230>
- Echeverry, L., Enciso, Y y Tejada, J. (2022). *Aplicación de la tecnología BIM para el proyecto “construcción de unidad deportiva” empleada para la gestión de proyecto* [Tesis de grado, Universidad Cooperativa De Colombia]
- Flores, E. (2023). *Aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) para el diseño de la variante mirador en Barranquilla Colombia* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]
- Gálvez Huamán, J. G., y Gálvez Huamán, A. L. (2020). *Análisis del diseño geométrico de carreteras con el software Civil 3D y software VIAS, aplicando la norma DG 2018* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].
- García Echevarría, S. (2021). *Teoría económica de la empresa: Fundamentos teóricos: teoría institucional, teoría de producción y teoría de costes*. Ediciones Díaz de Santos.
- Gómez Apaestegui, A. J. (2021). *Propuesta de implementación del entorno BIM como herramienta para optimizar la planificación del proyecto edificio multifamiliar Paseo Pacasmayo en la ciudad de Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

- Gómez-Valdés, M., Acevedo-Acevedo, S., Alvarado-Acuña, L., & Iturra-Molina, R. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Tecnología de Costa Rica*, 36, 66-77. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6860>
- Guerrero Vega, J. M., & Pizzo, A. (2021). Análisis Arquitectónico Y Aplicación De Metodología Bim en El Santuario Extraurbano De Tusculum. *Archeologia e Calcolatori*, 1, 99–116
- Ley N° 32069, Ley General de Contrataciones Públicas (Perú).
- Limaylla Santiago, E. (2024). Integration of Lean - BIM Methodologies in Construction Projects: A Systematic Review. En *LACCEI 2024: 12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*. [https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution\\_1478\\_final\\_a.pdf](https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution_1478_final_a.pdf)
- Marin, E. y Moyano, D. (2023). *Aplicación comparativa entre la metodología BIM y el método tradicional, en el caso de estudio “Proyecto vial la flora localidad USME”* [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]
- Medina Camacho, M. (2023). Caso De Estudio: Aplicación De Bim 4D Con Autodesk Navisworks Manage + Microsoft Excel en Una Planificación De Obra. *Journal BIM & Construction Management*, 5(5), 1–17.
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2023). *Guía Nacional BIM*. [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/anexos/anexo\\_RD003\\_2023EF6301.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD003_2023EF6301.pdf)
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2021). *Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú*. [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/anexos/anexo\\_RD0002\\_2021EF6301.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD0002_2021EF6301.pdf)
- Monti, A. (2020). De la planificación como técnica a la cultura de la planificación. *EURE* (Santiago), 46(137), 27-46. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612020000100027>
- Muñoz Pérez, S. P., & Llamas Cubas, J. R. (2022). Revisión sistemática de la implementación BIM basada en modelos de diseño para la construcción de obras

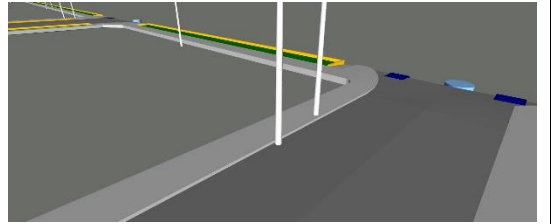
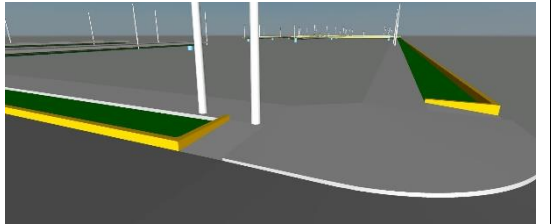
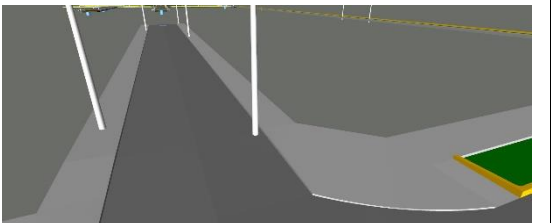
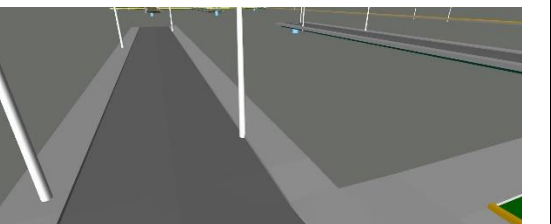
- viales. *Cuaderno Activa*, 14(1), 119–133.
- Noe, M., Correa, L., y Sotomayor, G. (2020). Relación de la paralización de obras públicas y la crisis política.
- Olorte, Y. A., y Visag, A. (2021). *Aplicación de tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Académico USMP.
- Ortega, J., López, R., & Castillo, H. (2023). *Implementación de BIM y Lean Construction en proyectos de pavimentación: Un enfoque colaborativo*. *Revista Construction Management*, 15(1), 78-89.
- Puentes Nieves, J.A & Dueñas Bravo, D.R. (2021). *Aplicación de Metodología BIM para Optimización del Diseño Geométrico en Pavimento Flexible en la Zona 2 y 3 los Milagros Yura-Arequipa-Arequipa* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]
- Regalado (2024). *Análisis de la gestión de la construcción en una obra de pavimentación donde se aplica la metodología Building Information Modeling (BIM), Chota – Cajamarca, 2023* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota] <http://hdl.handle.net/20.500.14142/535>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), 2024.
- Salcedo Carhuaricra, A. (2022). *Eficiencia del uso de la Metodología VDC en la reducción del plazo de ejecución de obra en la construcción de espacio de recreación deportiva de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco – 2022* [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan] <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8423>
- Sánchez-Ramón, D., & Costa-De los Reyes, C. (2023). Aplicación Del Enfoque 6D Bim en La Evaluación Y Propuesta De Rehabilitación Energética en La Infraestructura Educativa Pública. *Ciencia América*, 12(2), 1–26.
- Sedano Huamán, R. (2023). *Efecto de la aplicación del sistema de modelamiento de la información para la construcción de carretas – BIM aplicado al proyecto de la carretera Imperial - Pampas*. Repositorio de la Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13411>

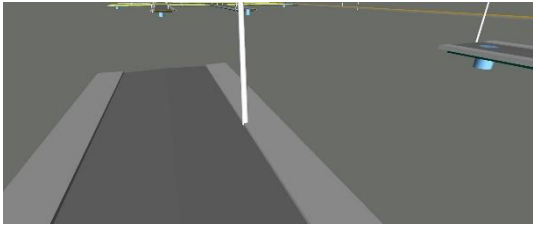
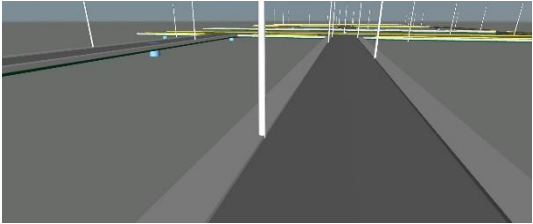
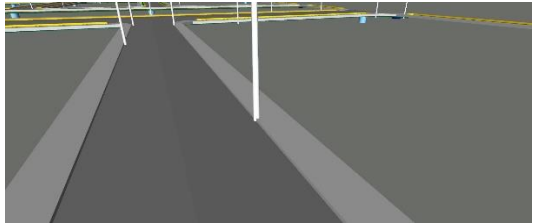
Universidad Continental. (2021). *Investigación sobre la aplicación de BIM en proyectos de infraestructura vial en Perú*. Repositorio Continental.

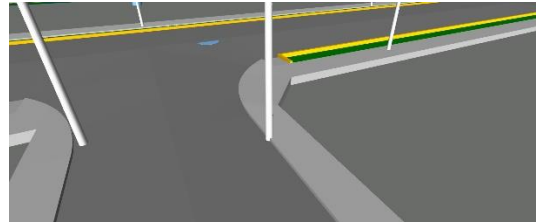
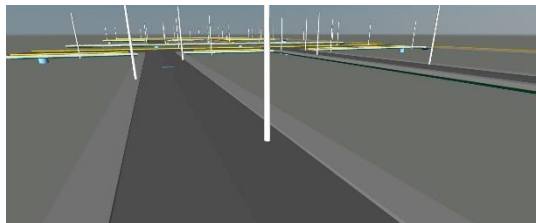
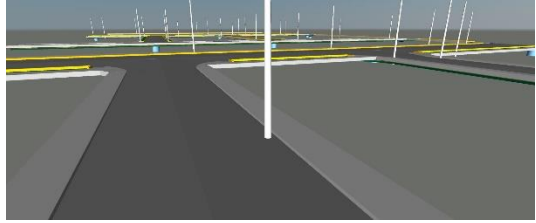
## **Anexos**

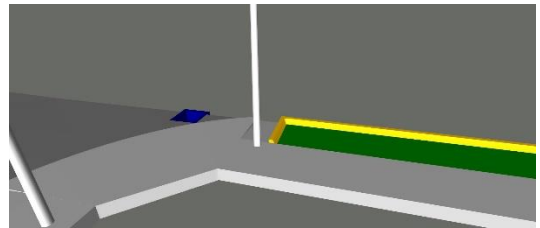
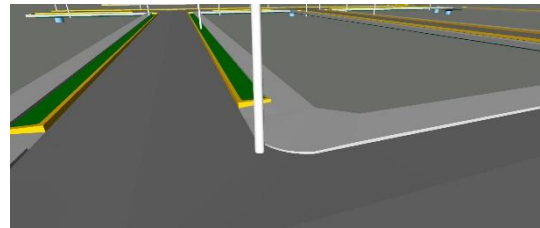
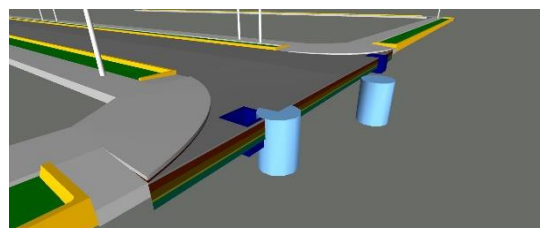
1. Reporte de interferencias
2. Cronogramas de ejecución de obra optimizados propuestos
3. Ubicación y datos generales de proyectos evaluados

**Reporte de interferencias 1:** *Mejoramiento de la infraestructura vial y peatonal de la 1°, 2° y 3° etapa de la habilitación urbana municipal, distrito de la Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*

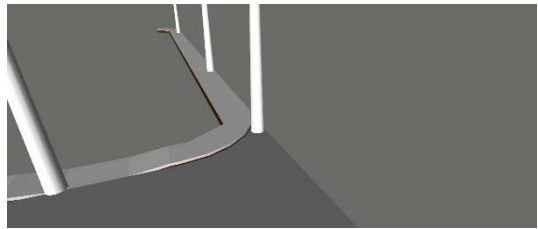
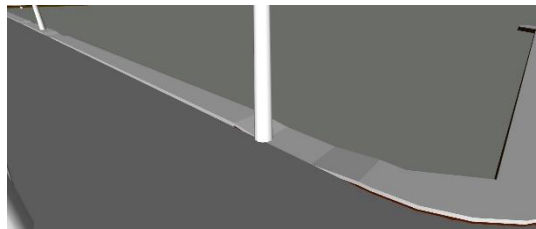
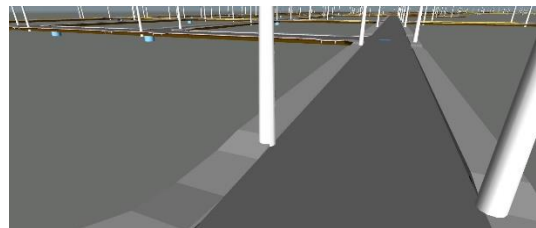
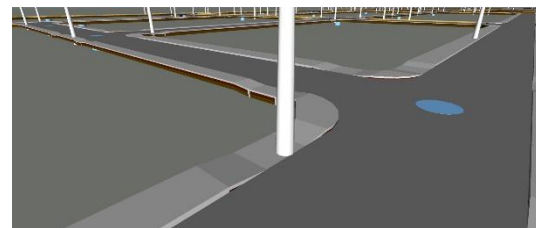
| CÓDIGO DE INTERFERENCIA | DESCRIPCIÓN                                              | UBICACIÓN    |              | IMAGEN                                                                                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                          | COORDENADA X | COORDENADA Y |                                                                                       |
| I-01                    | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento   | 628669.69    | 9249400.11   |    |
| I-02                    | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal           | 628662.52    | 9249460.34   |    |
| I-03                    | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento   | 628620.59    | 9249454.98   |   |
| I-04                    | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento | 628592.17    | 9249450.52   |  |

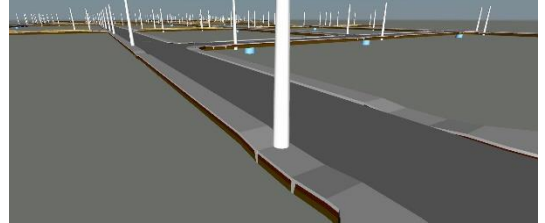
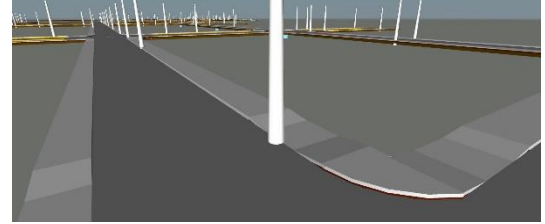
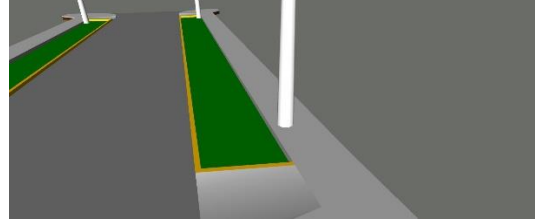
|      |                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|--------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-05 | Poste interseca levemente la superficie del pavimento  | 628584.58 | 9249487.35 |    |
| I-06 | Poste interseca levemente la superficie del pavimento  | 628587.98 | 9249585.60 |    |
| I-07 | Poste interseca levemente la superficie del pavimento  | 628589.31 | 9249606.71 |    |
| I-08 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento | 628580.42 | 9249623.81 |  |

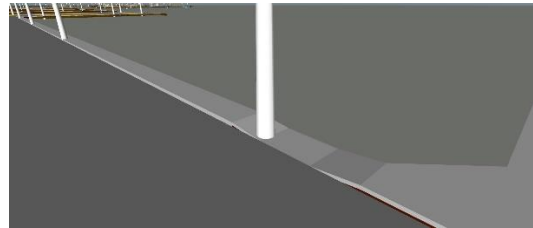
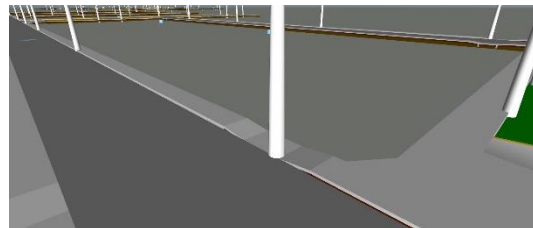
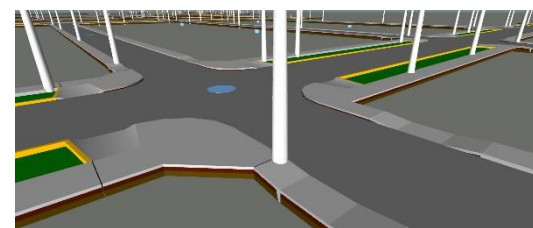
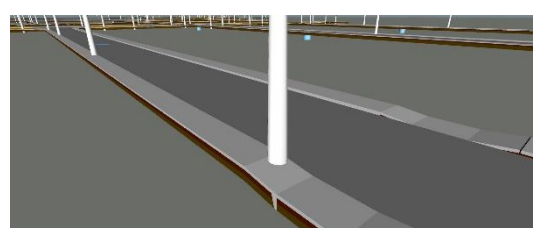
|      |                                                          |           |            |                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-09 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento | 628582.90 | 9249638.05 |    |
| I-10 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento   | 628577.35 | 9249639.26 |    |
| I-11 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento   | 628563.96 | 9249585.30 |    |
| I-12 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento   | 628557.43 | 9249617.62 |  |

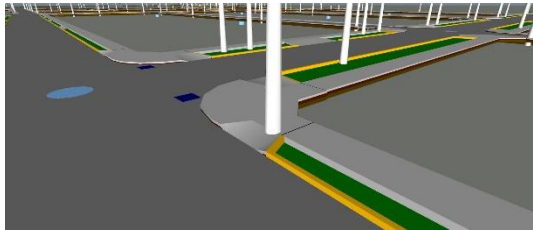
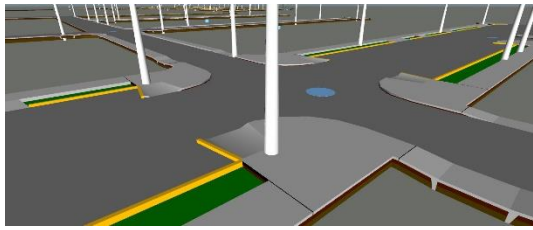
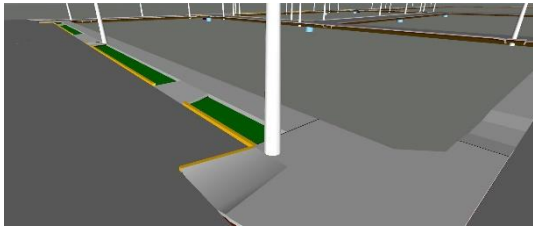
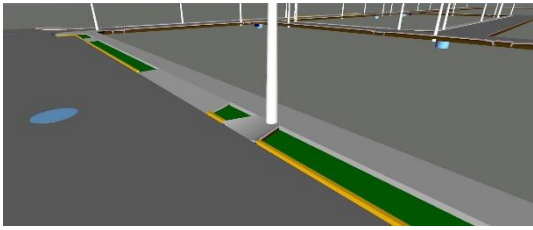
|      |                                                          |           |            |                                                                                     |
|------|----------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| I-13 | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal           | 628626.87 | 9249648.94 |  |
| I-14 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento   | 628544.85 | 9249678.24 |  |
| I-15 | Colisión entre caja de drenaje pluvial y buzón existente | 628607.03 | 9249753.79 |  |

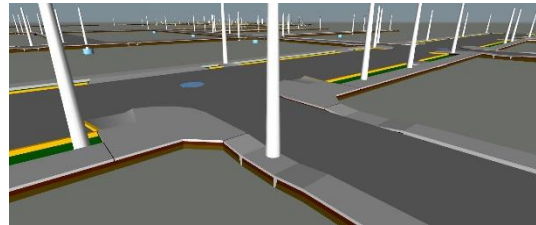
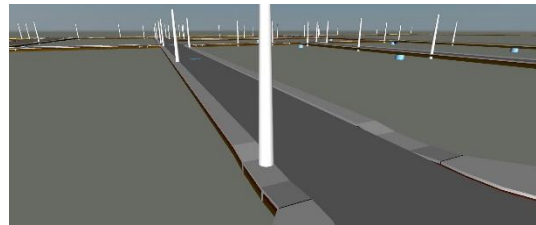
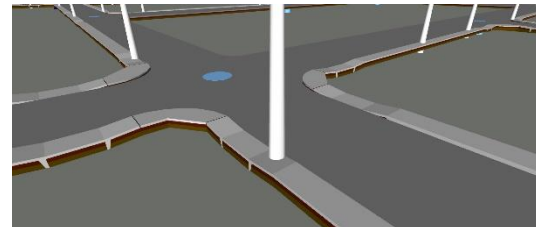
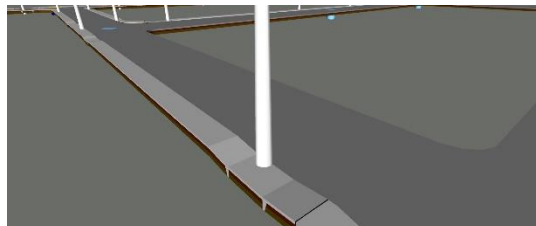
**Reporte de interferencias 2:** *Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el P.J Tupac Amaru y P.J Ampliación Tupac Amaru del distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*

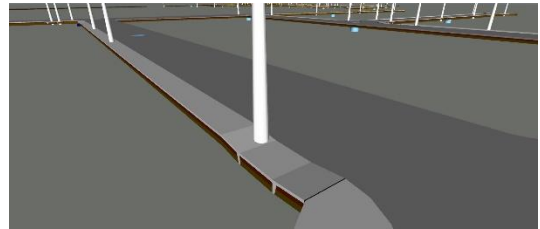
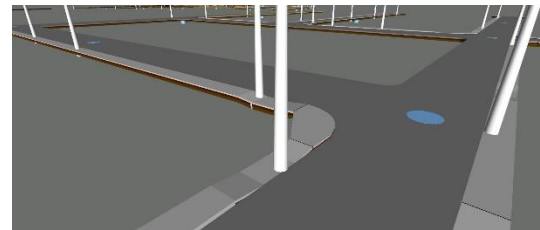
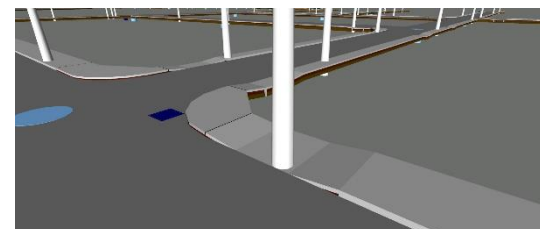
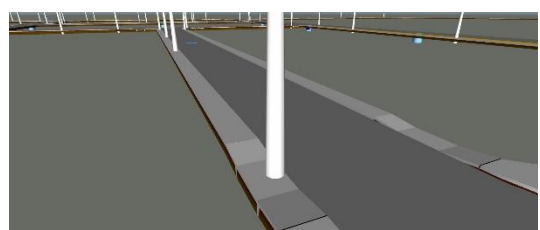
| CÓDIGO DE INTERFERENCIA | DESCRIPCIÓN                                                     | UBICACIÓN    |              | IMAGEN                                                                                |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                 | COORDENADA X | COORDENADA Y |                                                                                       |
| I-01                    | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento          | 626759.83    | 9251998.00   |    |
| I-02                    | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal | 626753.02    | 9251997.51   |    |
| I-03                    | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal | 626751.44    | 9251991.93   |   |
| I-04                    | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales        | 626723.16    | 9251994.99   |  |

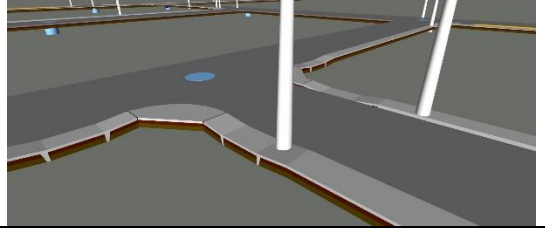
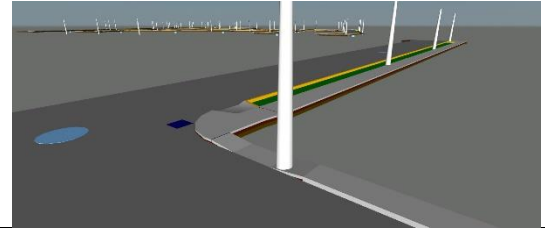
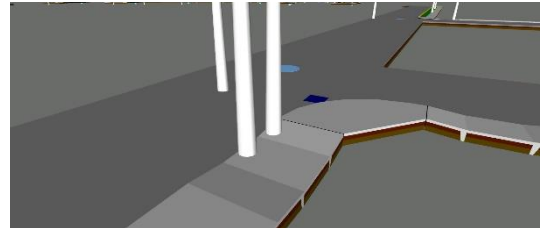
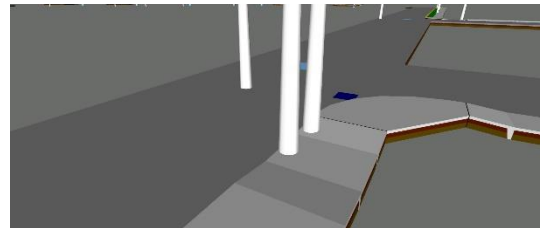
|      |                                                                 |           |            |                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-05 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal | 626741.81 | 9251899.95 |    |
| I-06 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento        | 626703.34 | 9251955.99 |    |
| I-07 | Poste causa conflicto con vereda peatonal angosta               | 626653.34 | 9252015.51 |    |
| I-08 | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal                  | 626653.77 | 9252008.95 |  |

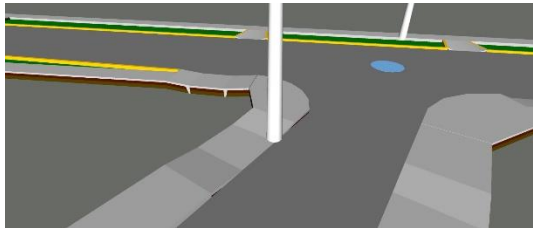
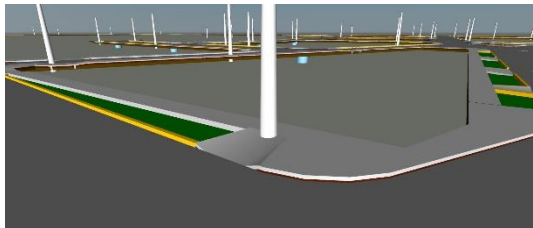
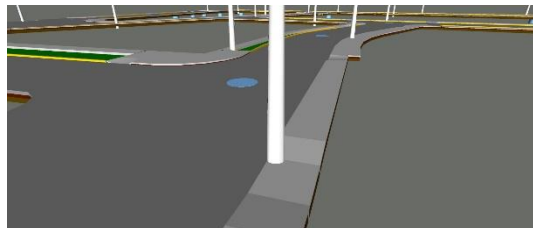
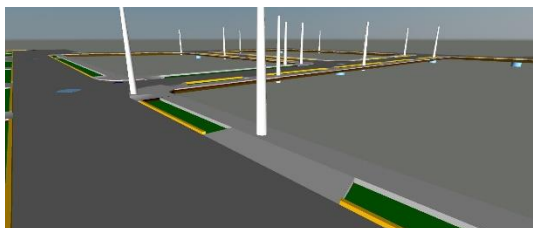
|      |                                                                 |           |            |                                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-09 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal | 626633.00 | 9252011.07 |   |
| I-10 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales        | 626629.97 | 9251964.78 |   |
| I-11 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal | 626645.13 | 9251910.88 |   |
| I-12 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal | 626621.48 | 9251913.47 |  |

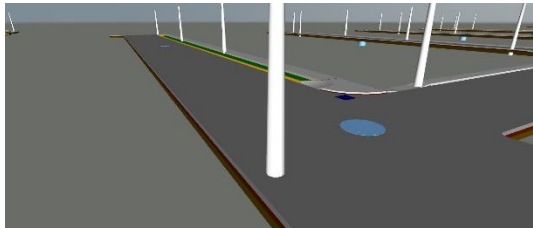
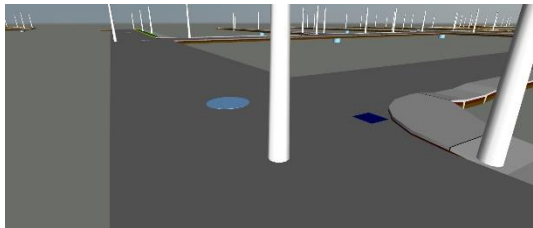
|      |                                                |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-13 | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal | 626640.14 | 9251870.80 |    |
| I-14 | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal | 626524.27 | 9251966.52 |    |
| I-15 | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal | 626511.75 | 9251967.38 |    |
| I-16 | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal | 626506.94 | 9251936.83 |  |

|      |                                                               |           |            |                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-17 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales      | 626525.96 | 9251924.16 |    |
| I-18 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales      | 626479.72 | 9252062.75 |    |
| I-19 | Poste interseca totalmente la superficie de la rampa peatonal | 626471.42 | 9251988.75 |    |
| I-20 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales      | 626469.43 | 9251971.16 |  |

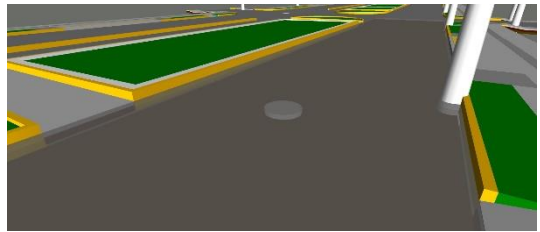
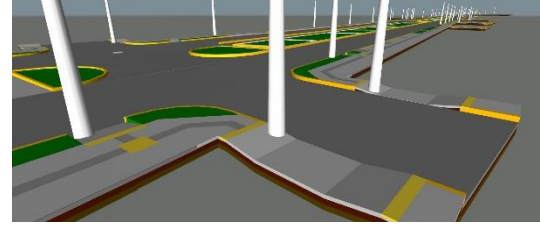
|      |                                                               |           |            |                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-21 | Poste interseca totalmente la superficie de la rampa peatonal | 626452.90 | 9251932.01 |    |
| I-22 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales      | 626458.58 | 9251925.73 |    |
| I-23 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales      | 626466.26 | 9251889.14 |    |
| I-24 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales      | 626434.08 | 9252068.63 |  |

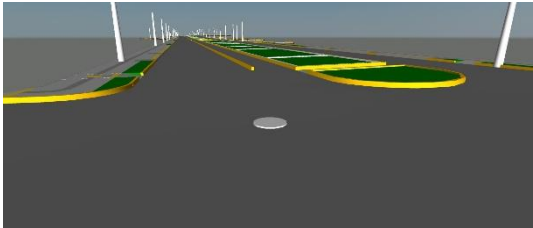
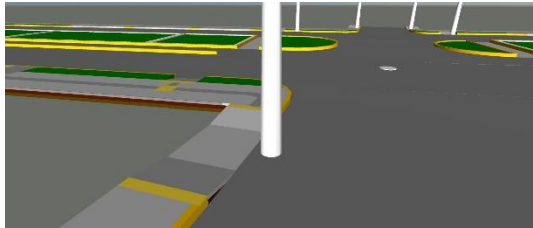
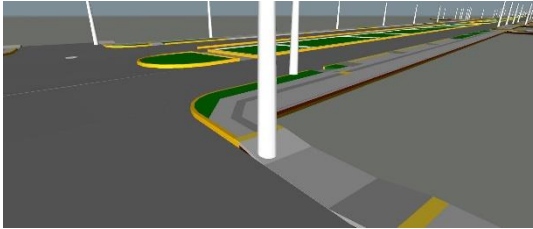
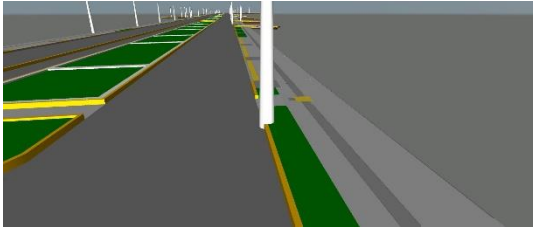
|      |                                                               |           |            |                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-25 | Poste interseca totalmente la superficie de la rampa peatonal | 626425.80 | 9251994.46 |    |
| I-26 | Poste interseca totalmente la superficie de la rampa peatonal | 626383.63 | 9251992.62 |    |
| I-27 | Poste interseca totalmente la superficie de la rampa peatonal | 626371.35 | 9251933.91 |    |
| I-28 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales      | 626371.16 | 9251932.42 |  |

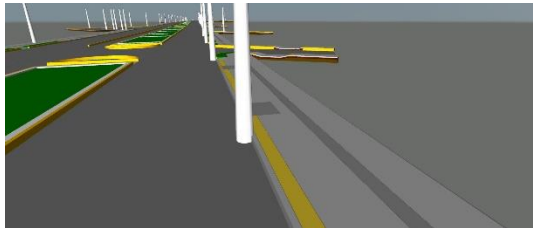
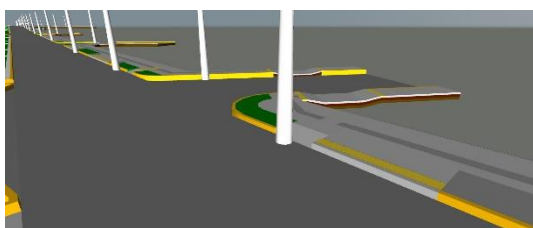
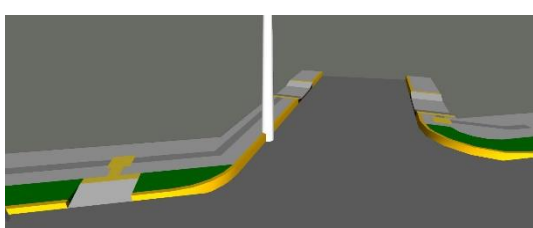
|      |                                                                 |           |            |                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-29 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal | 626308.98 | 9252196.23 |    |
| I-30 | Poste ubicado en el arranque de rampa peatonal                  | 626301.86 | 9252226.26 |    |
| I-31 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales        | 626230.86 | 9252139.18 |    |
| I-32 | Poste ubicado en el arranque de rampa vehicular                 | 626131.13 | 9252177.67 |  |

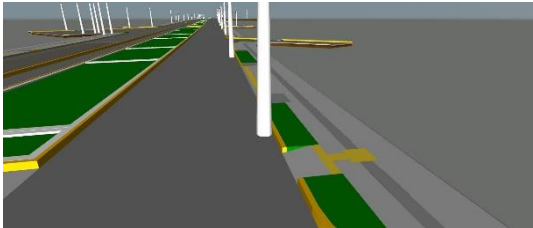
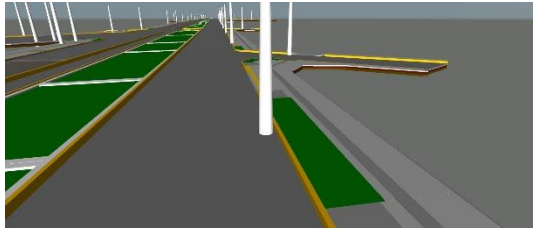
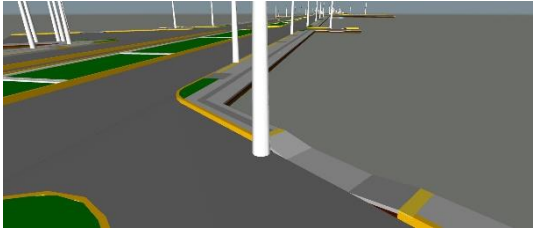
|      |                                                        |           |            |                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| I-33 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento | 626368.93 | 9251988.90 |  |
| I-34 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento | 626367.14 | 9251937.10 |  |

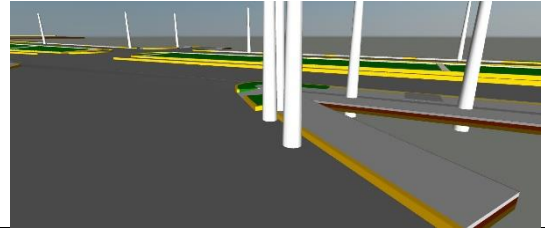
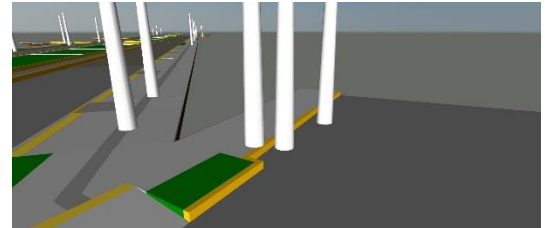
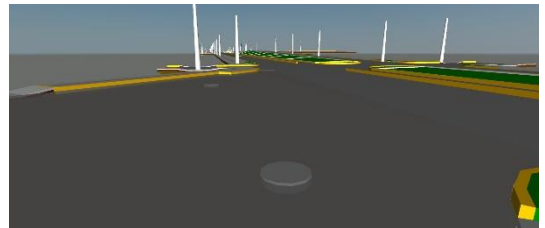
**Reporte de interferencias 3:** *Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la av. Pedro Cieza de León entre la av. 09 de Octubre y la av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque*

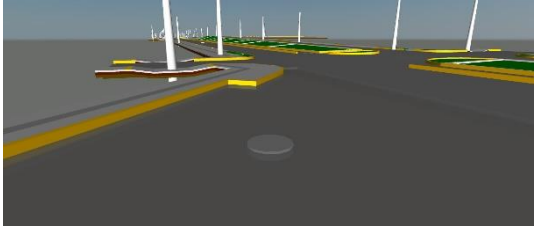
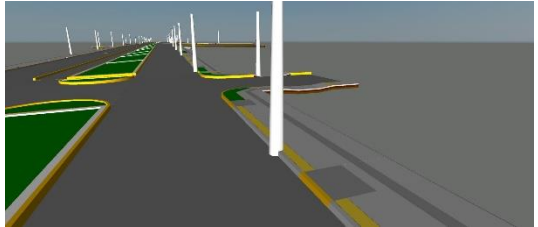
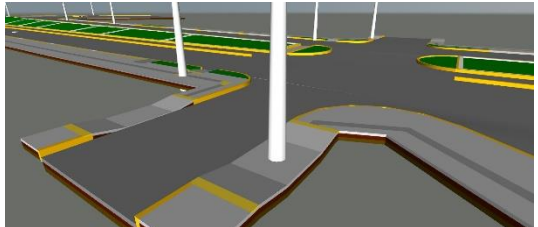
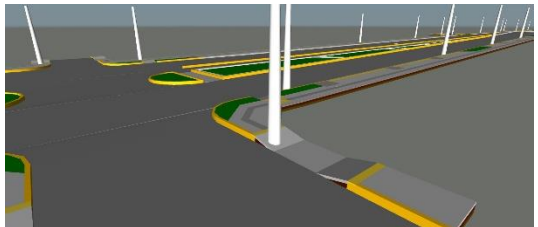
| CÓDIGO DE INTERFERENCIA | DESCRIPCIÓN                                                            | UBICACIÓN    |              | IMAGEN                                                                                |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                        | COORDENADA X | COORDENADA Y |                                                                                       |
| I-01                    | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625730.97    | 9250005.77   |    |
| I-02                    | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625732.99    | 9250009.65   |    |
| I-03                    | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal        | 625722.47    | 9250027.11   |   |
| I-04                    | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal        | 625724.81    | 9250032.83   |  |

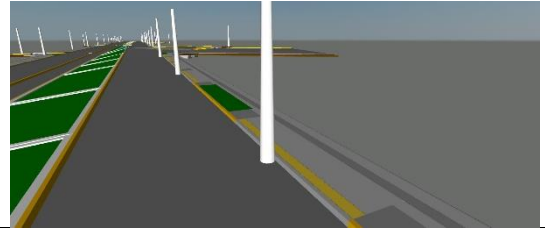
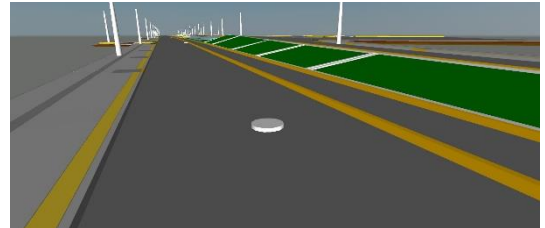
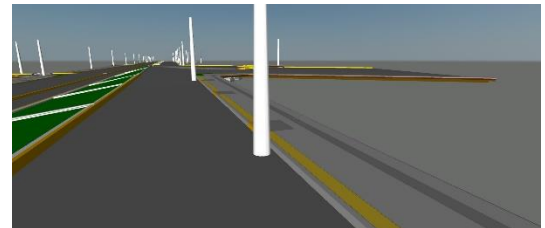
|      |                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-05 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625698.54 | 9250025.62 |    |
| I-06 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625686.09 | 9250023.88 |    |
| I-07 | Poste interseca totalmente la superficie de la rampa peatonal          | 625721.78 | 9250039.54 |    |
| I-08 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625712.18 | 9250043.45 |  |

|      |                                                                        |           |            |                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-09 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625662.99 | 9250121.42 |   |
| I-10 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625635.21 | 9250127.93 |   |
| I-11 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625652.80 | 9250137.56 |   |
| I-12 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625649.49 | 9250150.61 |  |

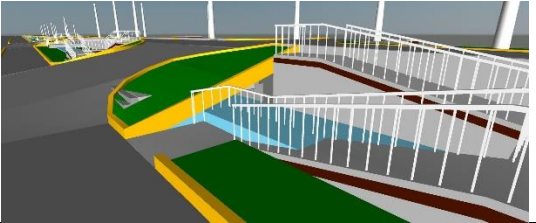
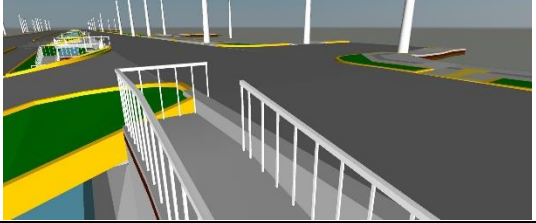
|      |                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-13 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625641.51 | 9250155.49 |    |
| I-14 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625630.38 | 9250173.10 |    |
| I-15 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625623.97 | 9250196.11 |    |
| I-16 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625612.19 | 9250194.88 |  |

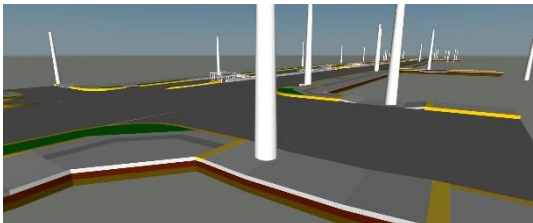
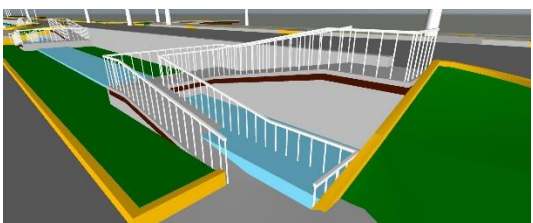
|      |                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-17 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625610.95 | 9250205.20 |    |
| I-18 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625576.71 | 9250195.06 |    |
| I-19 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625577.55 | 9250197.63 |    |
| I-20 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625575.36 | 9250203.58 |  |

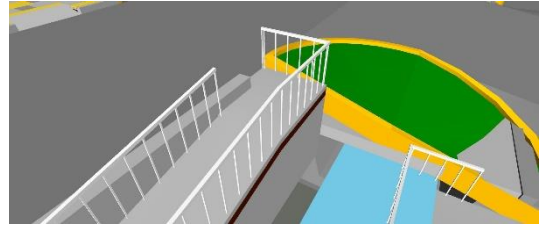
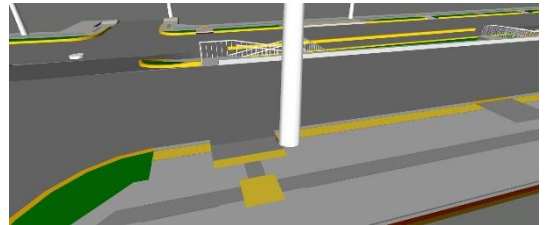
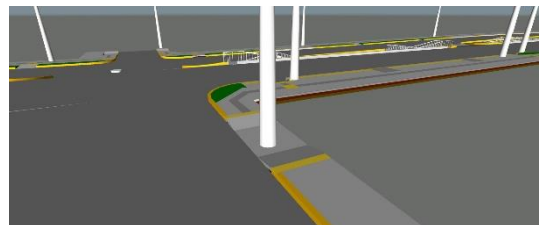
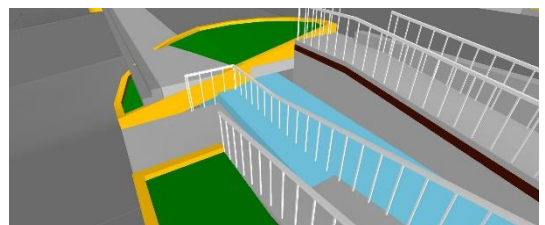
|      |                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-21 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625567.22 | 9250214.45 |    |
| I-22 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625594.71 | 9250230.90 |    |
| I-23 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales               | 625558.87 | 9250225.58 |    |
| I-24 | Poste interseca totalmente la superficie de la rampa peatonal          | 625588.62 | 9250252.61 |  |

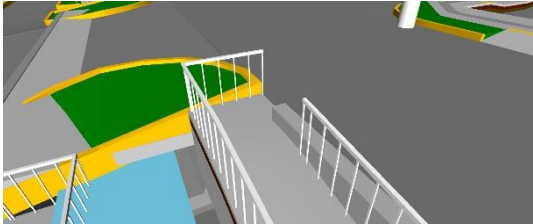
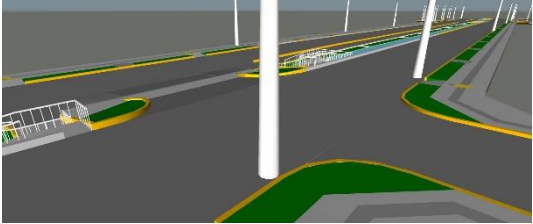
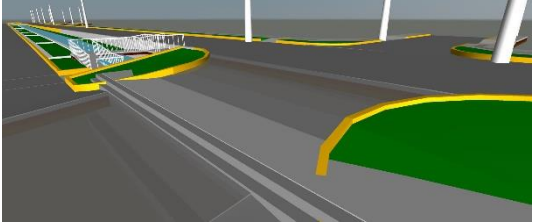
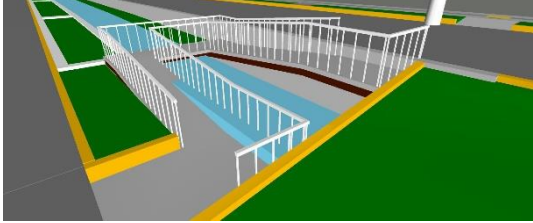
|      |                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-25 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625579.48 | 9250254.89 |    |
| I-26 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625563.22 | 9250280.65 |    |
| I-27 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625532.58 | 9250291.97 |    |
| I-28 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625549.84 | 9250301.68 |  |

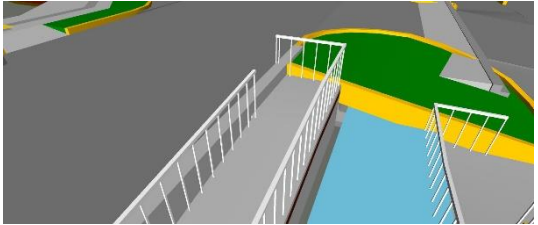
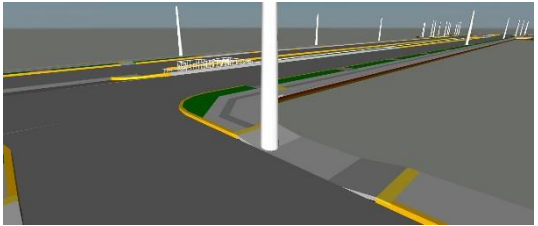
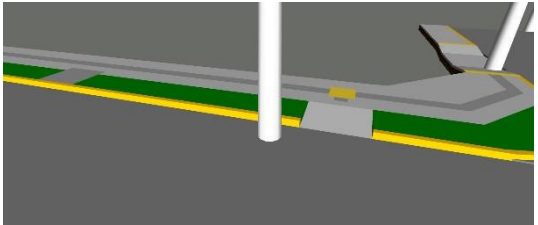
|      |                                                                                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-29 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                                                                                 | 625535.88 | 9250323.76 |    |
| I-30 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento, además de una ligera colisión con zapata de muro de contención | 625525.59 | 9250331.79 |    |
| I-31 | Colisión entre zapata muro de contención y zapata de muro de gravedad del puente                                                       | 625513.07 | 9250349.50 |    |
| I-32 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento                                                                 | 625500.18 | 9250348.96 |  |

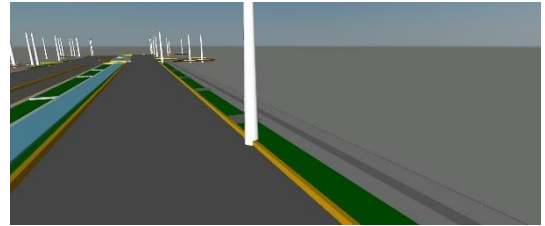
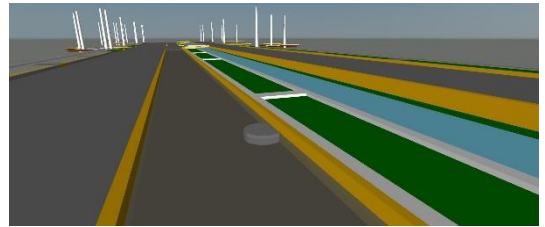
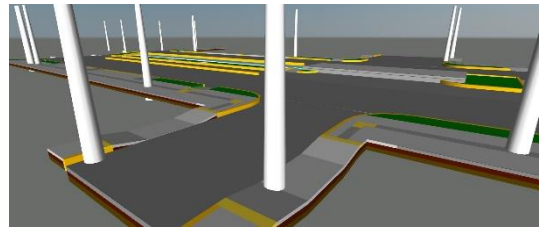
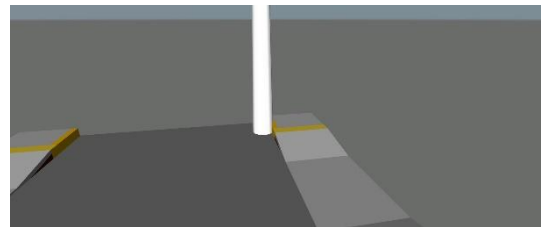
|      |                                                                                                                                |           |            |                                                                                       |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-33 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento, además de una colisión con muro de gravedad del puente | 625511.60 | 9250356.49 |    |
| I-34 | Colisión entre canal existente y rampa de acceso del separador central                                                         | 625451.21 | 9250439.76 |    |
| I-35 | Rampa de acceso del separador central interrumpida por muro de contención.                                                     | 625454.12 | 9250441.58 |    |
| I-36 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento                                                         | 625440.77 | 9250443.89 |  |

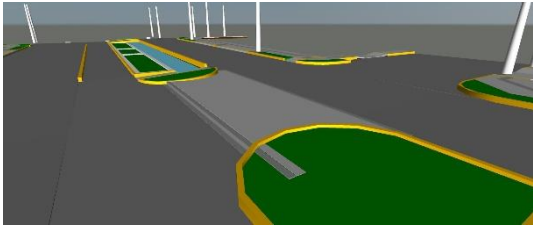
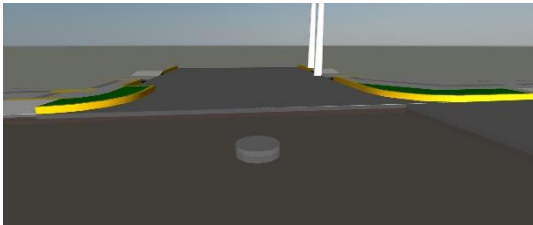
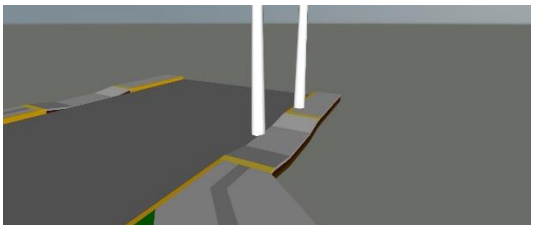
|      |                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-37 | Puente proyectado no se ajusta a la pendiente del pavimento            | 625446.36 | 9250448.59 |    |
| I-38 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625452.63 | 9250451.97 |    |
| I-39 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal        | 625463.22 | 9250453.23 |    |
| I-40 | Colisión entre canal existente y rampa de acceso del separador central | 625441.12 | 9250456.00 |  |

|      |                                                                            |           |            |                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-41 | Rampa de acceso del separador central interrumpida por muro de contención. | 625443.81 | 9250458.08 |    |
| I-42 | Poste interseca ligeramente la superficie de la rampa peatonal             | 625450.24 | 9250462.80 |    |
| I-43 | Poste causa conflicto con vereda entre rampas peatonales                   | 625459.19 | 9250462.16 |    |
| I-44 | Colisión entre canal existente y rampa de acceso del separador central     | 625425.69 | 9250480.68 |  |

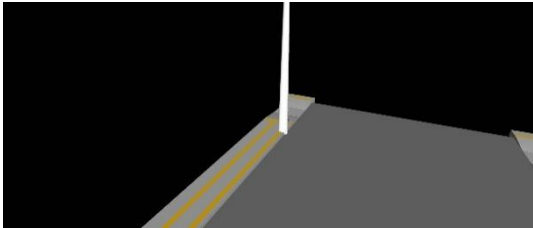
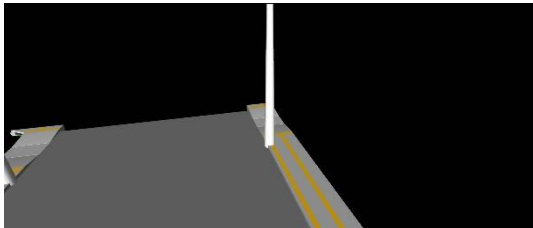
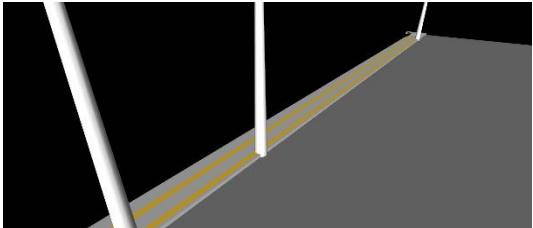
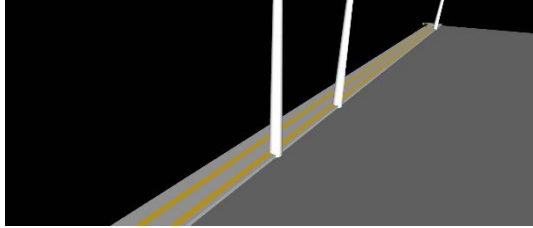
|      |                                                                            |           |            |                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-45 | Rampa de acceso del separador central interrumpida por muro de contención. | 625428.79 | 9250482.09 |    |
| I-46 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                     | 625432.62 | 9250488.81 |    |
| I-47 | Puente proyectado no se ajusta a la pendiente del pavimento                | 625422.19 | 9250487.82 |    |
| I-48 | Colisión entre canal existente y rampa de acceso del separador central     | 625416.56 | 9250495.36 |  |

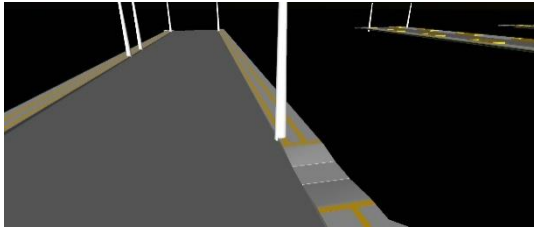
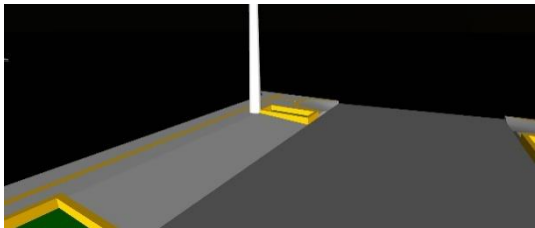
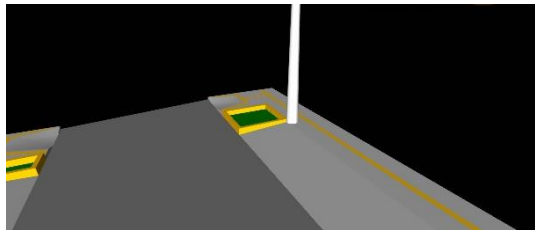
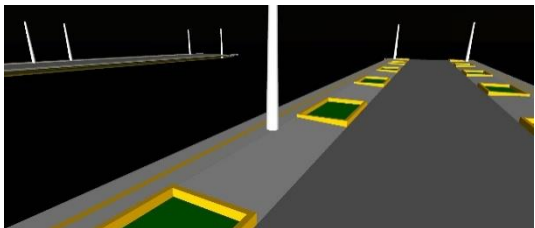
|      |                                                                            |           |            |                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-49 | Rampa de acceso del separador central interrumpida por muro de contención. | 625419.40 | 9250497.05 |    |
| I-50 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal            | 625434.69 | 9250499.77 |    |
| I-51 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                     | 625424.37 | 9250501.81 |    |
| I-52 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento     | 625402.93 | 9250500.81 |  |

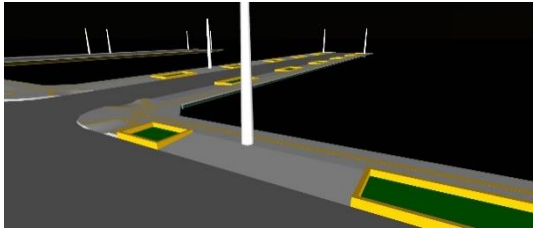
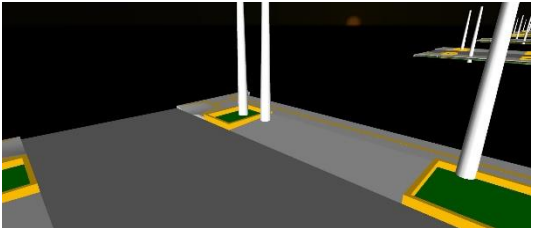
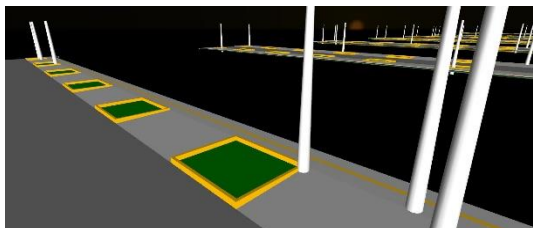
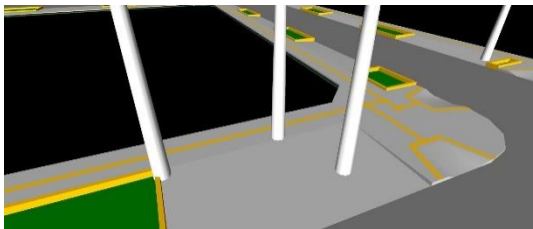
|      |                                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-53 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625393.28 | 9250552.68 |    |
| I-54 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625373.98 | 9250559.00 |    |
| I-55 | Poste interseca parcialmente la superficie de la rampa peatonal        | 625326.61 | 9250600.25 |    |
| I-56 | Poste interseca totalmente la superficie del pavimento                 | 625321.99 | 9250603.89 |  |

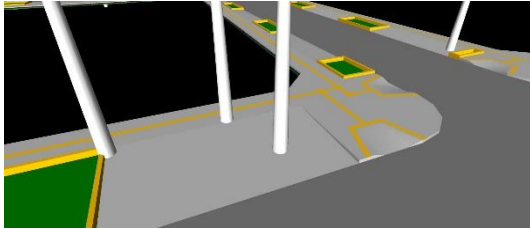
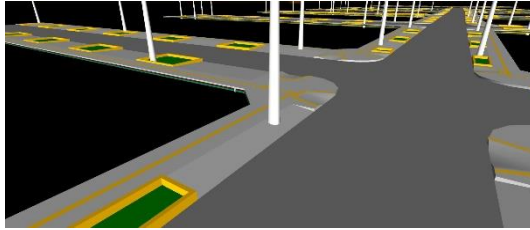
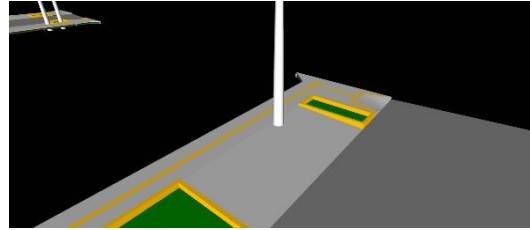
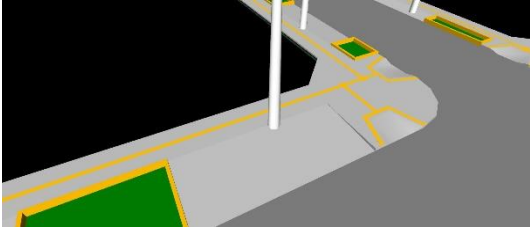
|      |                                                                        |           |            |                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| I-57 | Puente proyectado no se ajusta a la pendiente del pavimento            | 625343.97 | 9250614.82 |  |
| I-58 | Buzón presenta diferencia de nivel respecto a la rasante del pavimento | 625348.23 | 9250618.61 |  |
| I-59 | Poste interseca parcialmente la superficie del pavimento               | 625361.34 | 9250620.70 |  |

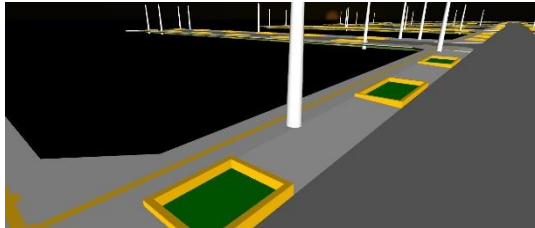
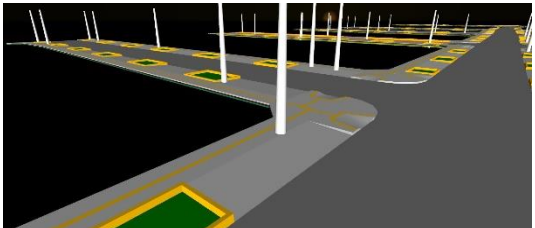
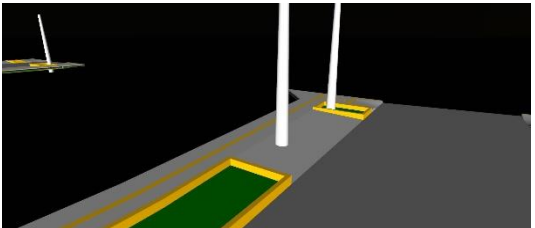
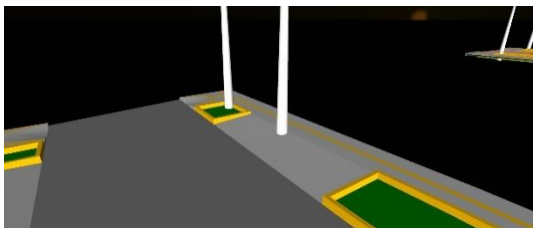
**Reporte de interferencias 4:** *Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*

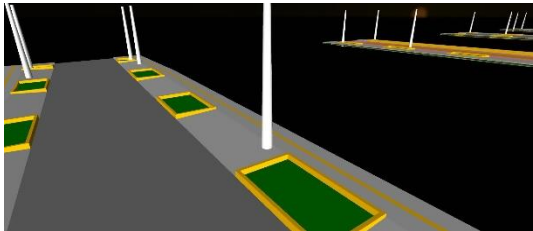
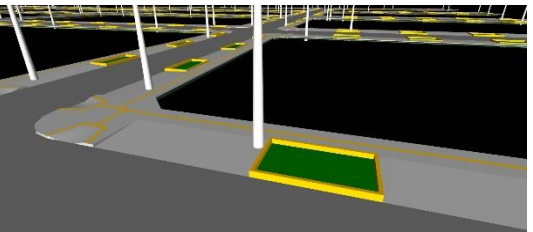
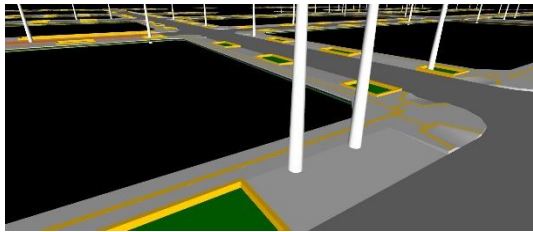
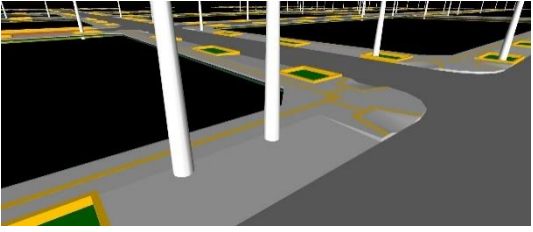
| CÓDIGO DE INTERFERENCIA | DESCRIPCIÓN                                       | UBICACIÓN    |              | IMAGEN                                                                                |
|-------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                   | COORDENADA X | COORDENADA Y |                                                                                       |
| I-001                   | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628052.56    | 9252740.88   |    |
| I-002                   | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628064.55    | 9252739.76   |    |
| I-003                   | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628049.07    | 9252708.33   |   |
| I-004                   | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628048.41    | 9252702.22   |  |

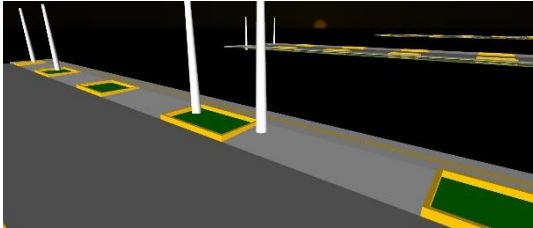
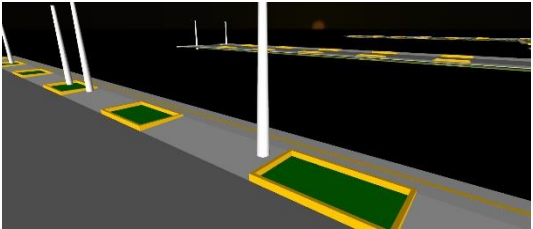
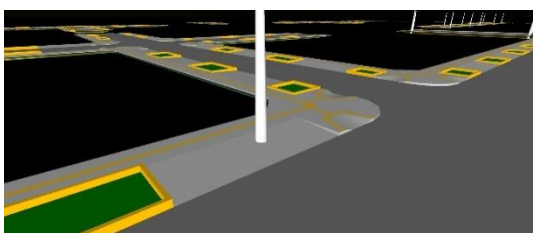
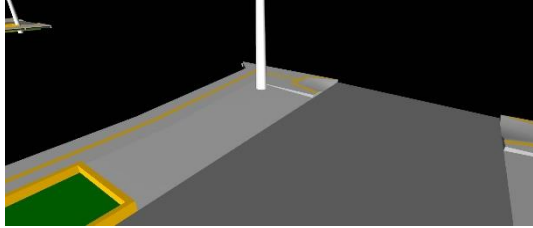
|       |                                                         |           |            |                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-005 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628058.66 | 9252675.12 |    |
| I-006 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628108.96 | 9252736.97 |    |
| I-007 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628121.42 | 9252735.39 |    |
| I-008 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628103.23 | 9252682.98 |  |

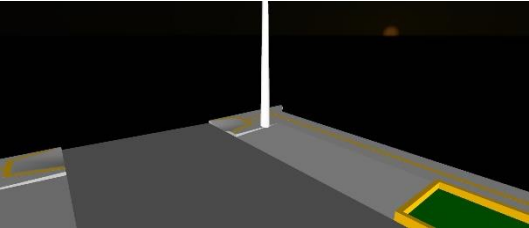
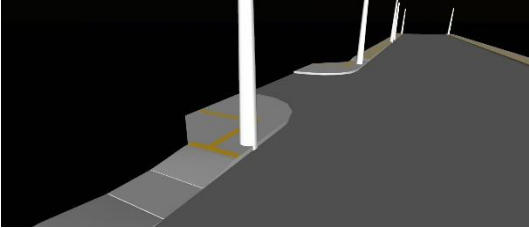
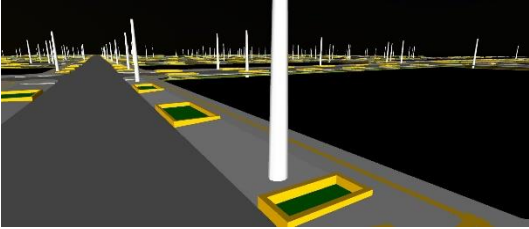
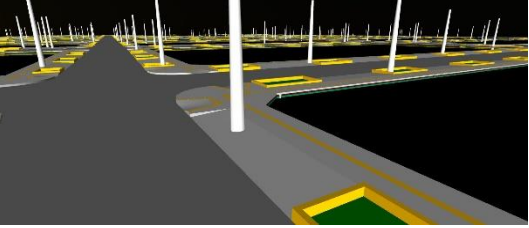
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-009 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628122.43 | 9252658.04 |   |
| I-010 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628176.90 | 9252728.40 |   |
| I-011 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628171.33 | 9252663.93 |   |
| I-012 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628171.38 | 9252659.42 |  |

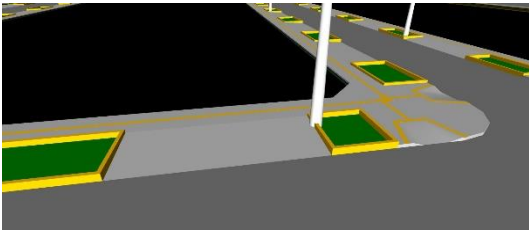
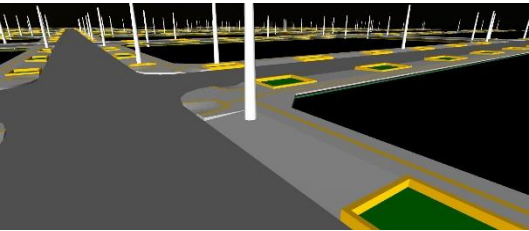
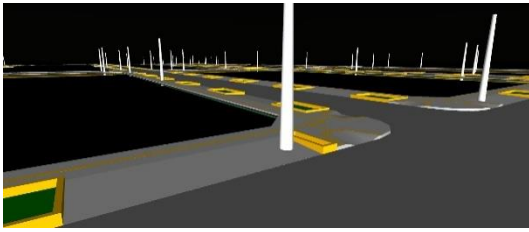
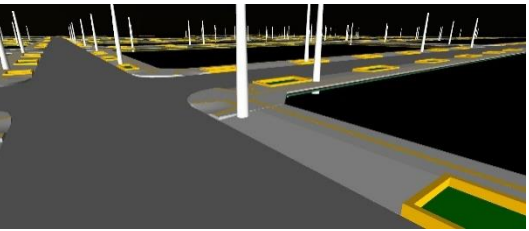
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-013 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628168.64 | 9252658.45 |   |
| I-014 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628206.43 | 9252647.09 |   |
| I-015 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628218.93 | 9252721.91 |   |
| I-016 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628226.07 | 9252653.25 |  |

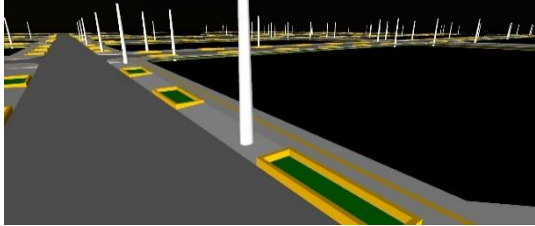
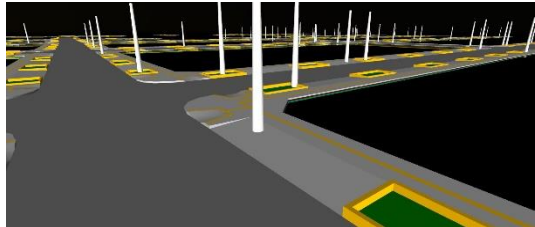
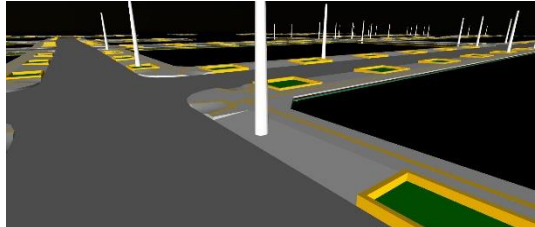
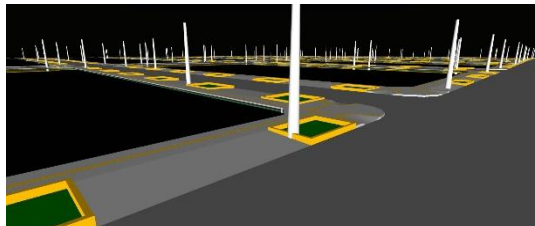
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-017 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628233.56 | 9252645.44 |   |
| I-018 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628262.04 | 9252642.82 |   |
| I-019 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628276.35 | 9252712.36 |   |
| I-020 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628287.70 | 9252713.51 |  |

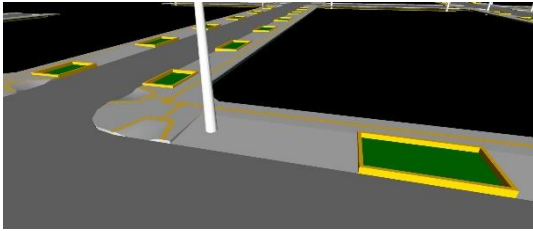
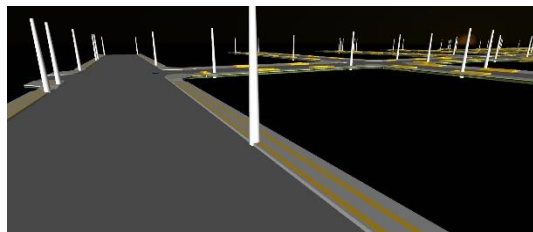
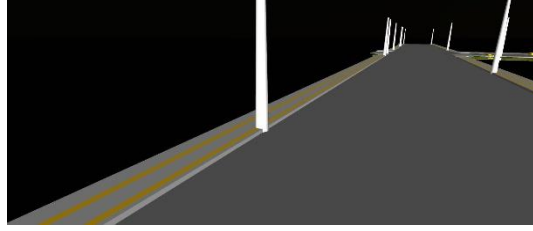
|       |                                                       |           |            |                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-021 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628284.71 | 9252684.11 |   |
| I-022 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628269.12 | 9252652.98 |   |
| I-023 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628280.87 | 9252650.02 |   |
| I-024 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628280.52 | 9252646.86 |  |

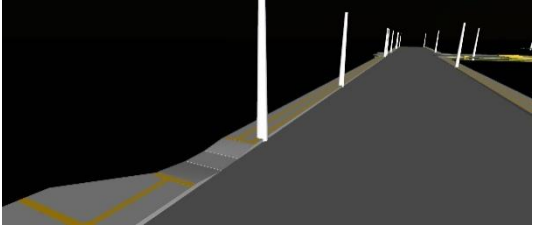
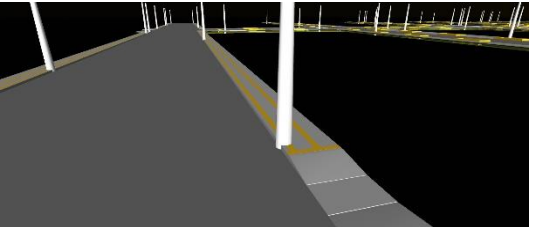
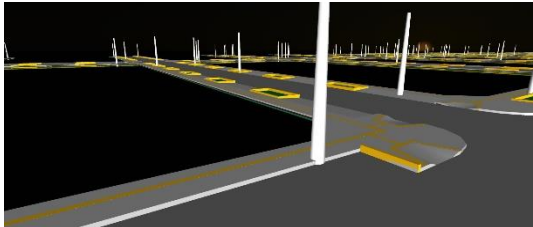
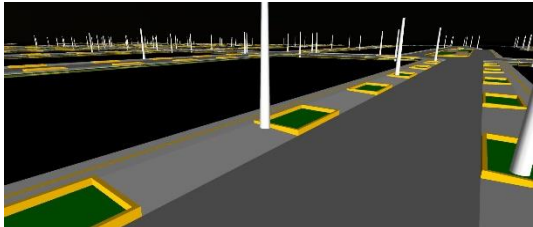
|       |                                                       |           |            |                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-025 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628396.51 | 9252664.02 |   |
| I-026 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628394.10 | 9252644.71 |   |
| I-027 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628392.81 | 9252634.17 |   |
| I-028 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628444.12 | 9252699.84 |  |

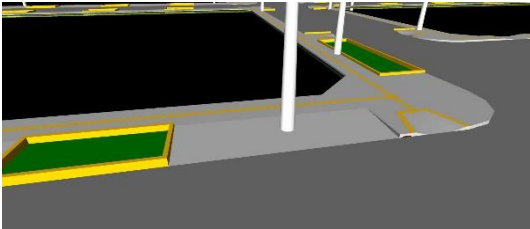
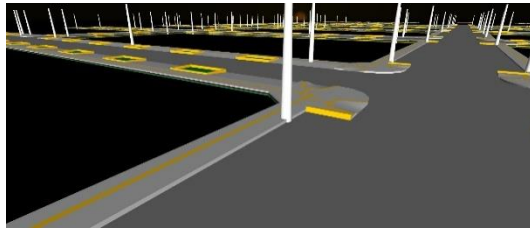
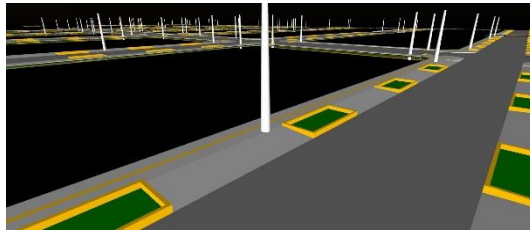
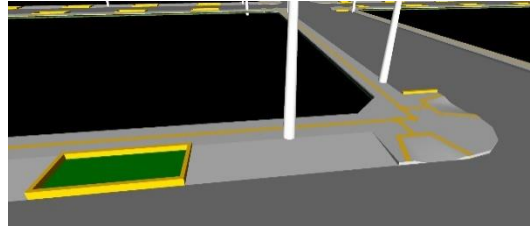
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-029 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628456.08 | 9252698.68 |   |
| I-030 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628042.76 | 9252652.18 |   |
| I-031 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628063.58 | 9252654.03 |   |
| I-032 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628093.70 | 9252650.76 |  |

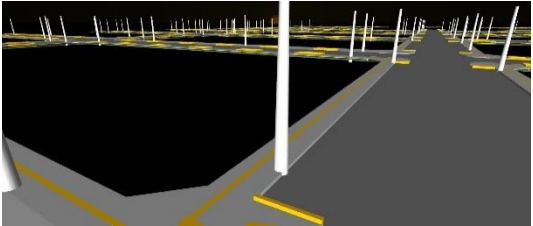
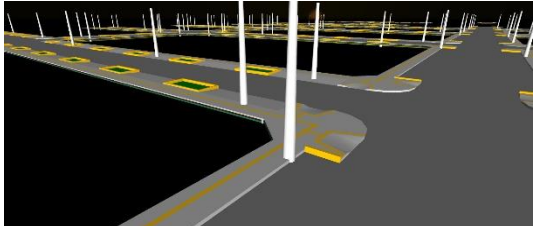
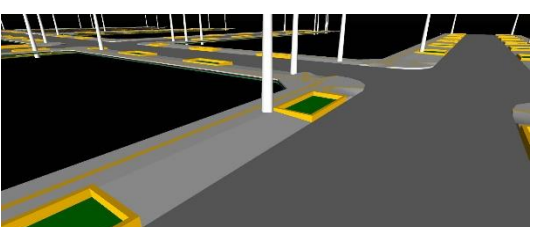
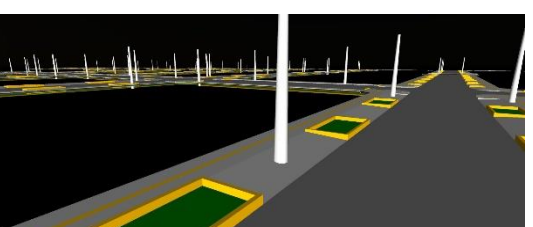
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-033 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628117.93 | 9252646.81 |   |
| I-034 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628150.77 | 9252643.23 |   |
| I-035 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628172.58 | 9252641.32 |   |
| I-036 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628205.33 | 9252637.95 |  |

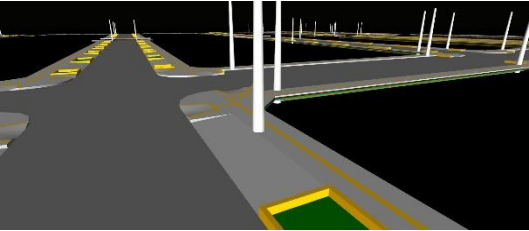
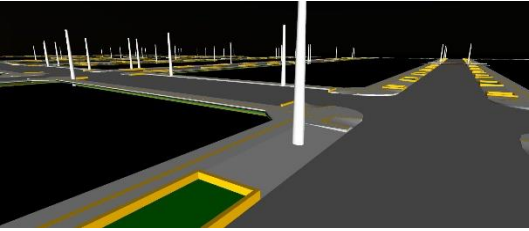
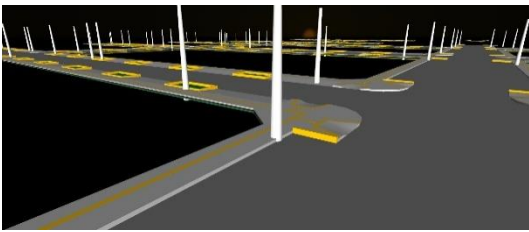
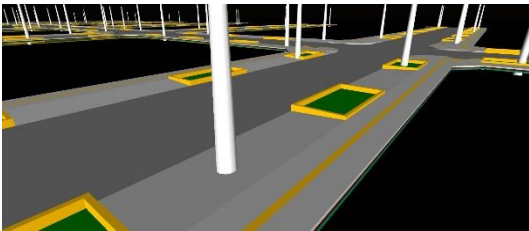
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-037 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628231.04 | 9252635.54 |   |
| I-038 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628261.31 | 9252631.25 |   |
| I-039 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628316.43 | 9252625.80 |   |
| I-040 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628341.82 | 9252622.39 |  |

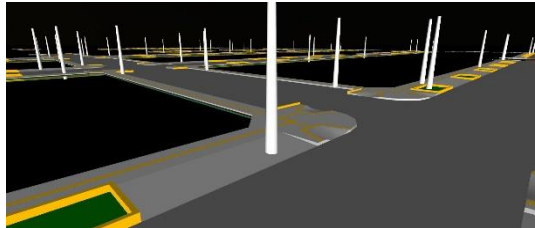
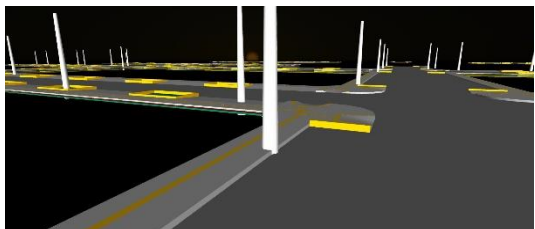
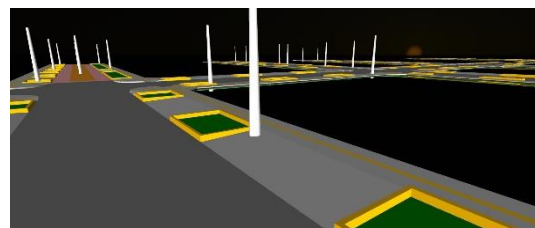
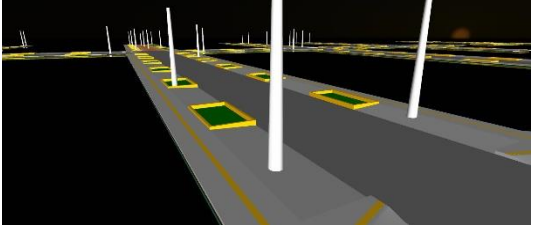
|       |                                                       |           |            |                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-041 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628374.52 | 9252618.10 |   |
| I-042 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628042.17 | 9252646.13 |   |
| I-043 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628052.45 | 9252621.75 |   |
| I-044 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628036.62 | 9252596.69 |  |

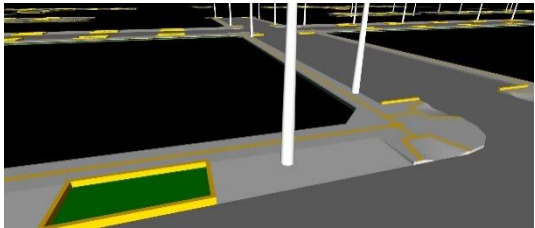
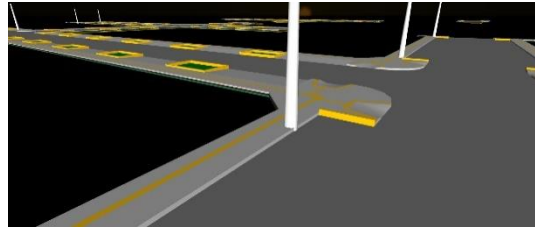
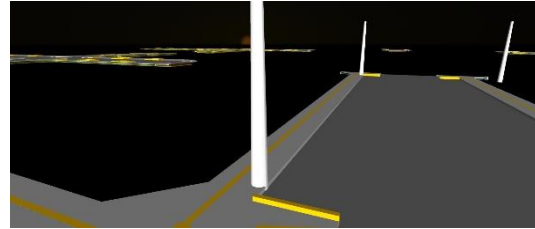
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-045 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628034.72 | 9252579.71 |   |
| I-046 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628048.29 | 9252578.37 |   |
| I-047 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628083.95 | 9252565.41 |   |
| I-048 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628109.44 | 9252631.55 |  |

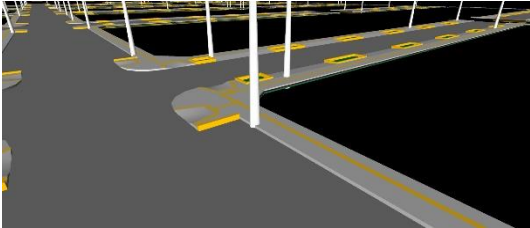
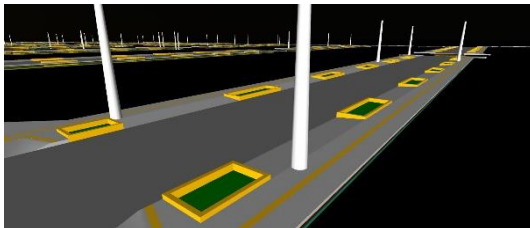
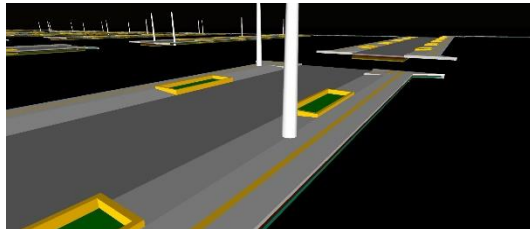
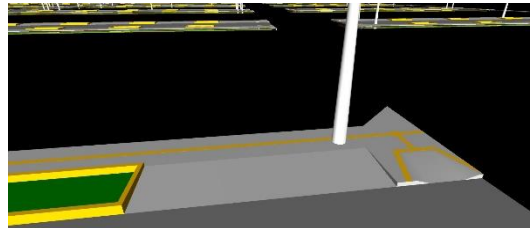
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-049 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628101.68 | 9252570.71 |   |
| I-050 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628139.90 | 9252559.35 |   |
| I-051 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628162.47 | 9252600.67 |   |
| I-052 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628158.18 | 9252564.57 |  |

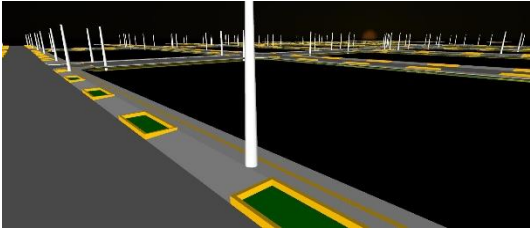
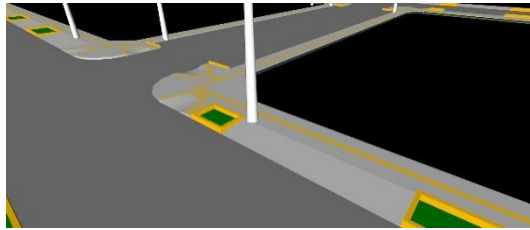
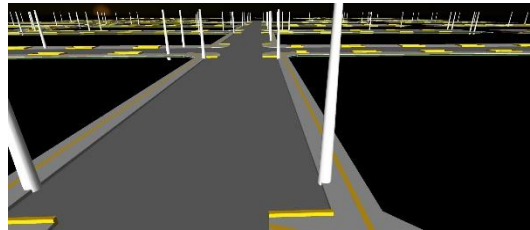
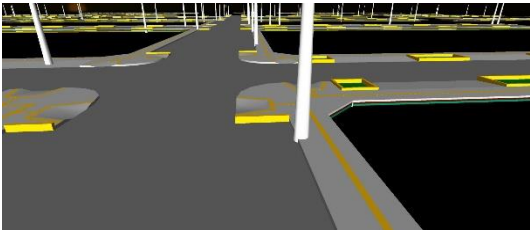
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-053 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628163.01 | 9252556.53 |   |
| I-054 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628196.36 | 9252552.38 |   |
| I-055 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628208.45 | 9252628.36 |   |
| I-056 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628215.19 | 9252585.32 |  |

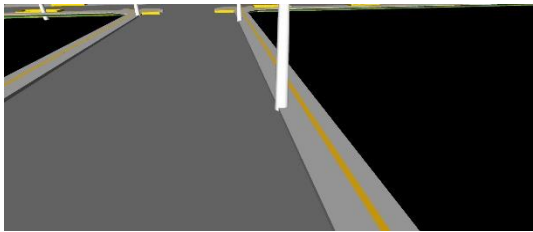
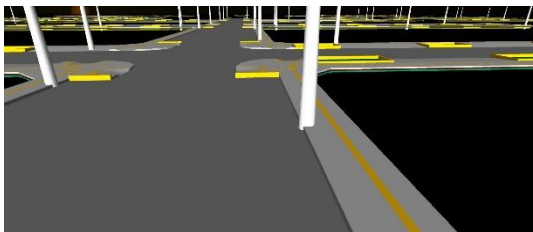
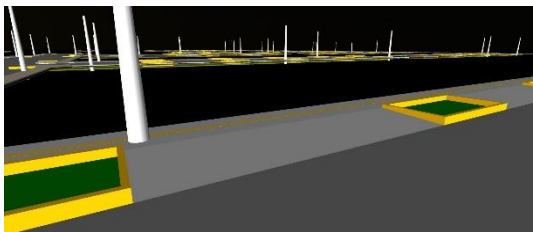
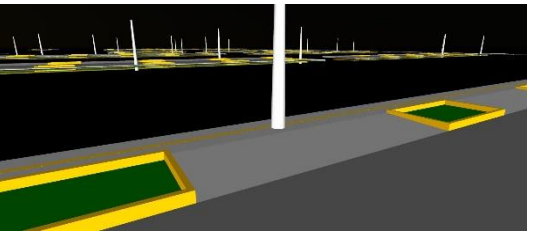
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-057 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628201.76 | 9252558.74 |   |
| I-058 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628212.64 | 9252557.76 |   |
| I-059 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628252.79 | 9252546.64 |   |
| I-060 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada   | 628274.75 | 9252602.86 |  |

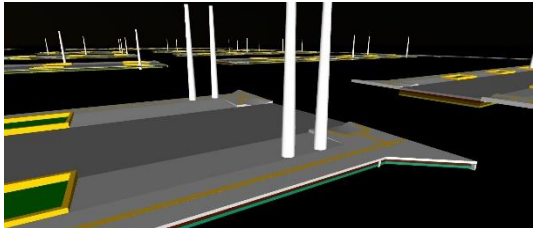
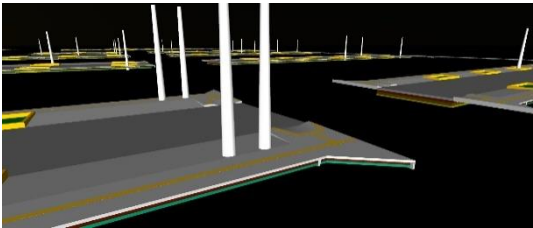
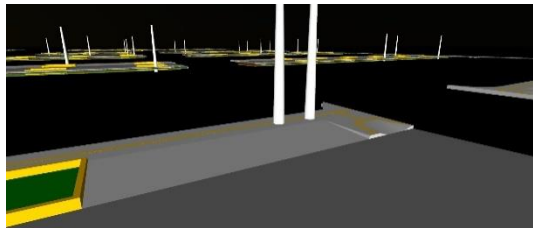
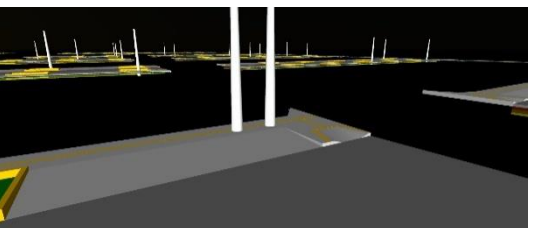
|       |                                                       |           |            |                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-061 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628268.77 | 9252550.54 |   |
| I-062 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628305.71 | 9252541.01 |   |
| I-063 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628332.19 | 9252600.80 |   |
| I-064 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628314.82 | 9252546.10 |  |

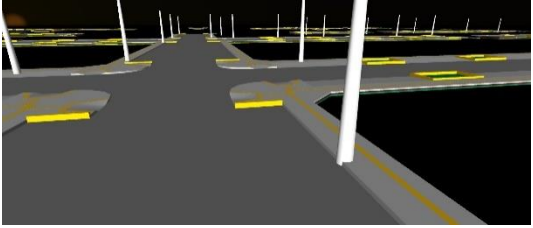
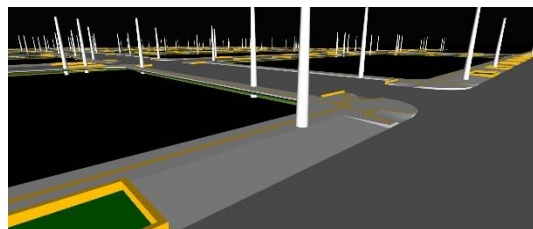
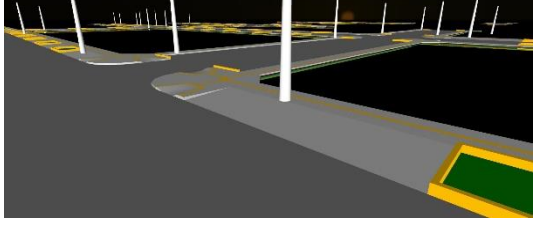
|       |                                                       |           |            |                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-065 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628325.41 | 9252546.90 |    |
| I-066 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628363.94 | 9252534.49 |    |
| I-067 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628386.31 | 9252531.94 |    |
| I-068 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628418.87 | 9252528.30 |  |

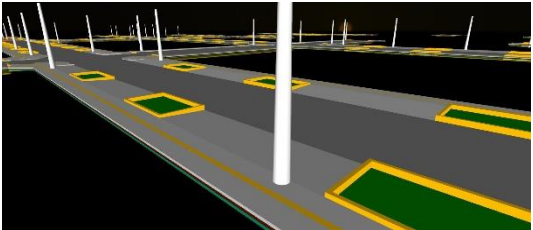
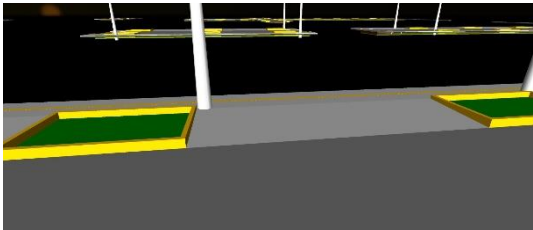
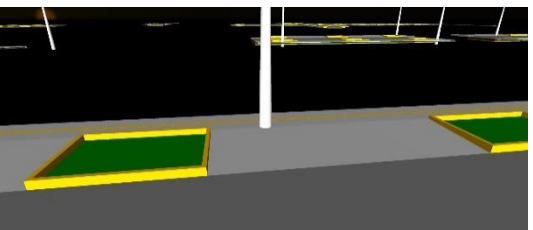
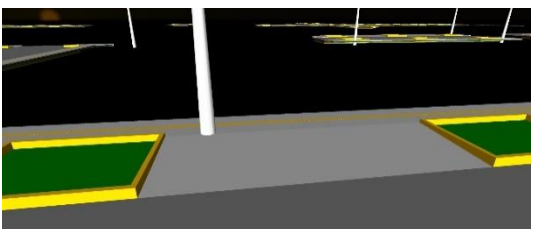
|       |                                                              |           |            |                                                                                       |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-069 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado            | 628139.04 | 9252546.93 |    |
| I-070 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada      | 628143.78 | 9252539.11 |    |
| I-071 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada      | 628137.93 | 9252483.05 |    |
| I-072 | Poste obstruye el acceso vehicular hacia la rampa proyectada | 628147.97 | 9252467.67 |  |

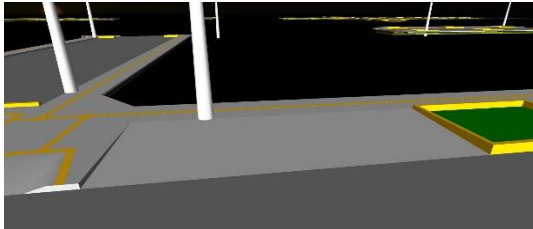
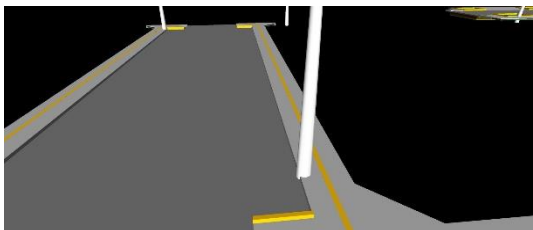
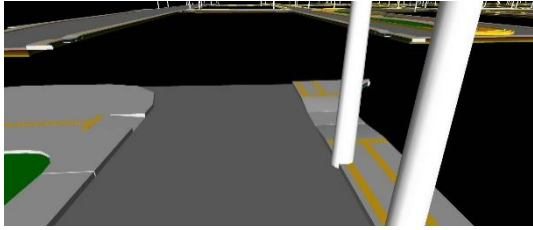
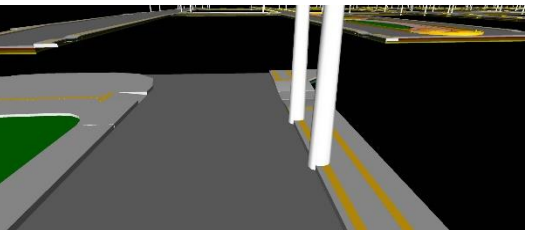
|       |                                                         |           |            |                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-073 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628150.21 | 9252494.28 |    |
| I-074 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628154.54 | 9252539.12 |    |
| I-075 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628161.65 | 9252544.61 |    |
| I-076 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628194.52 | 9252540.90 |  |

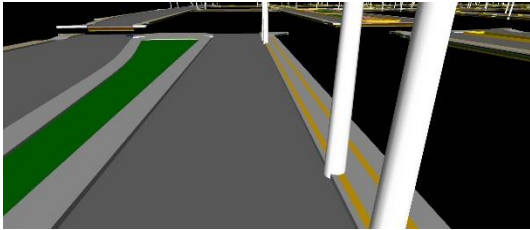
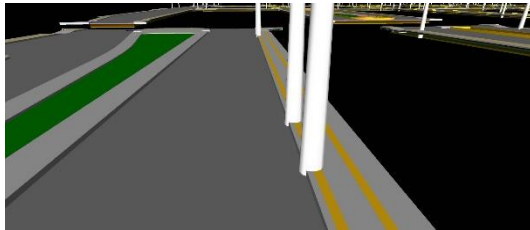
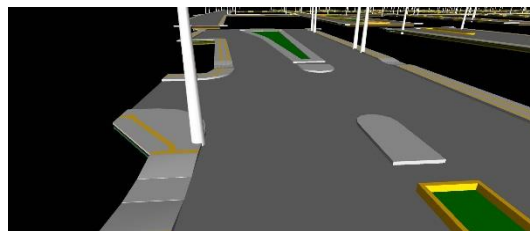
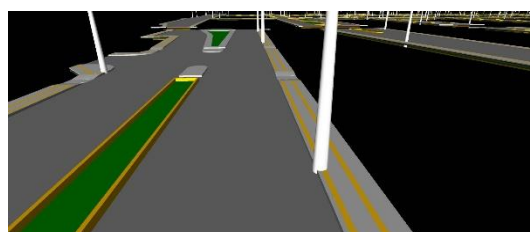
|       |                                                              |           |            |                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-077 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado            | 628222.41 | 9252538.03 |   |
| I-078 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado            | 628244.85 | 9252535.12 |   |
| I-079 | Poste obstruye el acceso vehicular hacia la rampa proyectada | 628268.07 | 9252523.70 |   |
| I-080 | Poste obstruye el acceso vehicular hacia la rampa proyectada | 628264.27 | 9252490.06 |  |

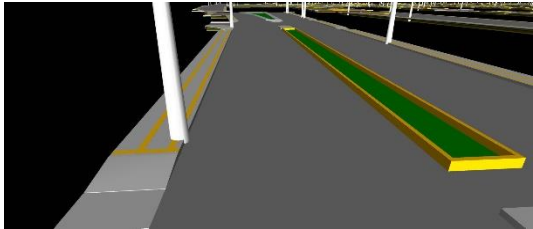
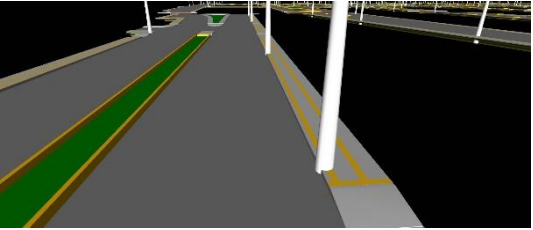
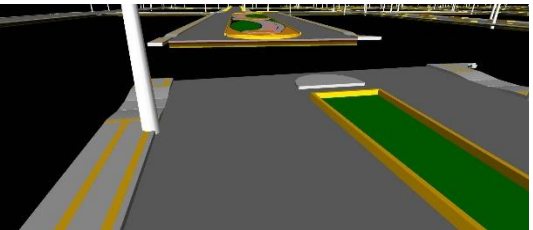
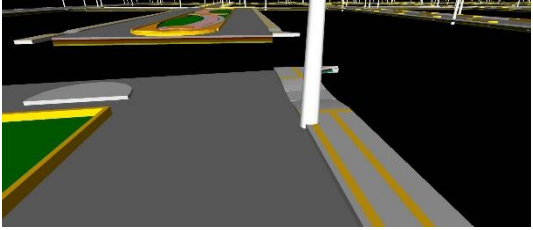
|       |                                                              |           |            |                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-081 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada        | 628247.58 | 9252458.01 |   |
| I-082 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada        | 628247.35 | 9252456.41 |   |
| I-083 | Poste obstruye el acceso vehicular hacia la rampa proyectada | 628260.53 | 9252456.79 |   |
| I-084 | Poste obstruye el acceso vehicular hacia la rampa proyectada | 628260.27 | 9252454.97 |  |

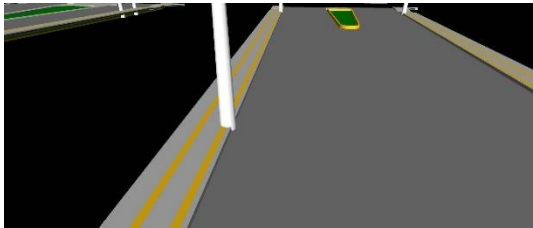
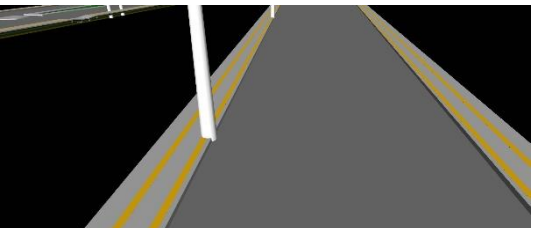
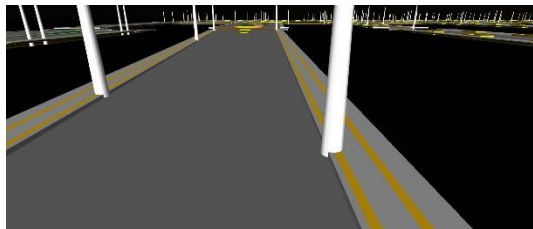
|       |                                                         |           |            |                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-085 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628275.05 | 9252531.70 |    |
| I-086 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628301.30 | 9252528.52 |    |
| I-087 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628310.92 | 9252521.33 |    |
| I-088 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628323.67 | 9252519.01 |  |

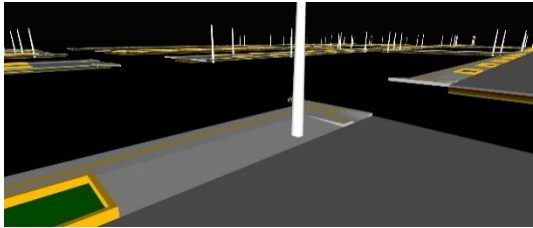
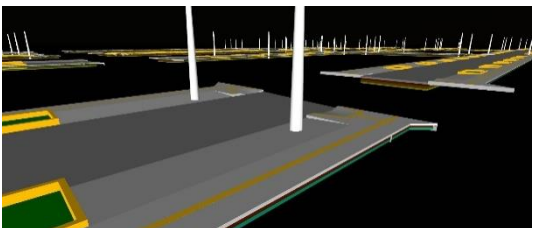
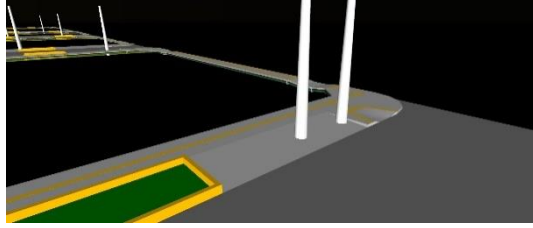
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-089 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628306.44 | 9252485.73 |   |
| I-090 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628374.00 | 9252456.15 |   |
| I-091 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628377.34 | 9252483.92 |   |
| I-092 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628379.24 | 9252499.63 |  |

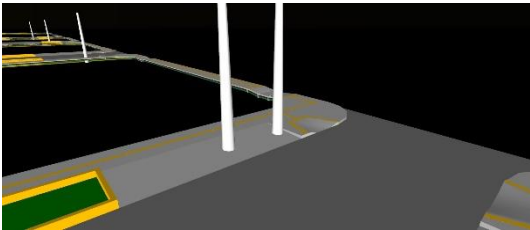
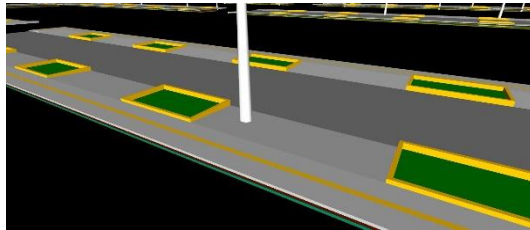
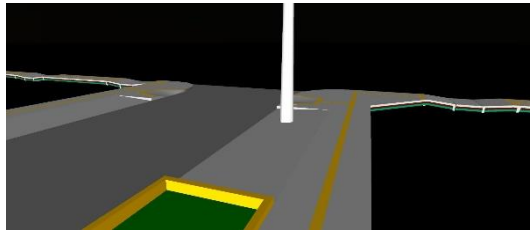
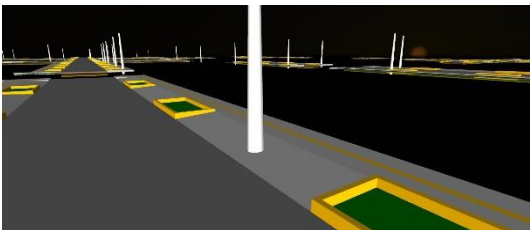
|       |                                                         |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-093 | Poste invade parcialmente la rampa vehicular proyectada | 628380.97 | 9252514.00 |   |
| I-094 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628386.09 | 9252520.00 |   |
| I-095 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628059.70 | 9252447.62 |   |
| I-096 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado       | 628059.36 | 9252444.83 |  |

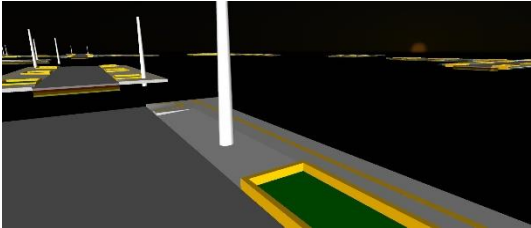
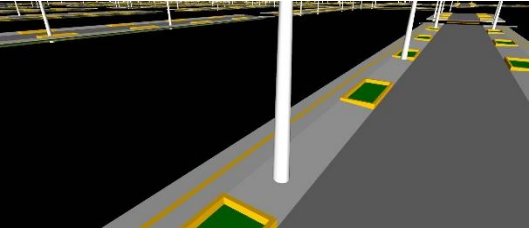
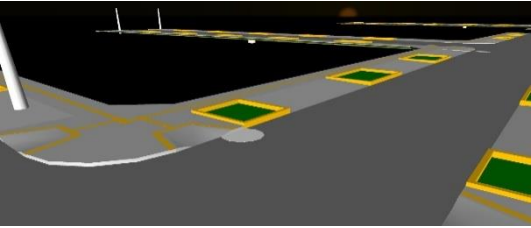
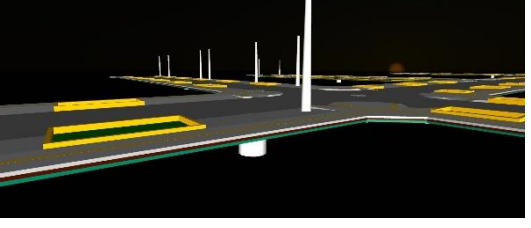
|       |                                                   |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-097 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628056.56 | 9252421.64 |   |
| I-098 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628056.22 | 9252419.00 |   |
| I-099 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628037.57 | 9252398.49 |   |
| I-100 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628051.31 | 9252378.63 |  |

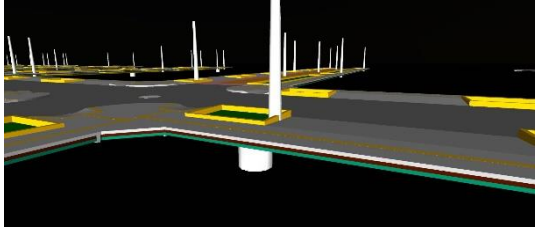
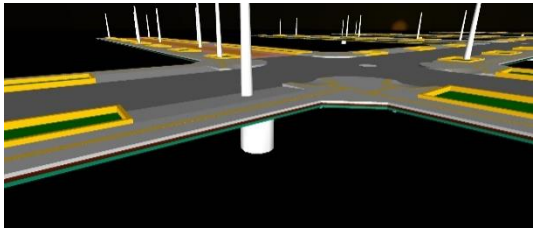
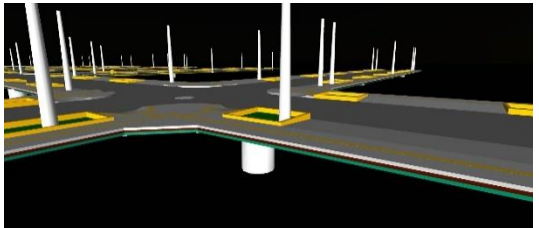
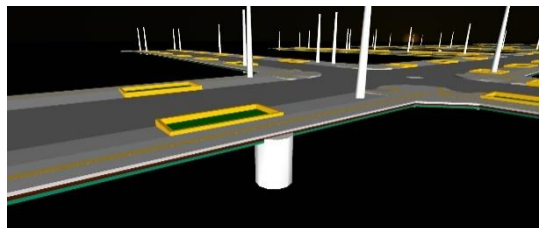
|       |                                                   |           |            |                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-101 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628033.02 | 9252361.90 |   |
| I-102 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628049.04 | 9252359.93 |   |
| I-103 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628081.23 | 9252446.32 |   |
| I-104 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628097.13 | 9252446.22 |  |

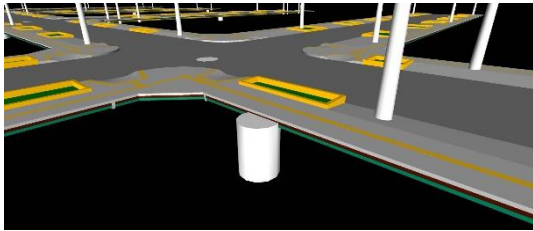
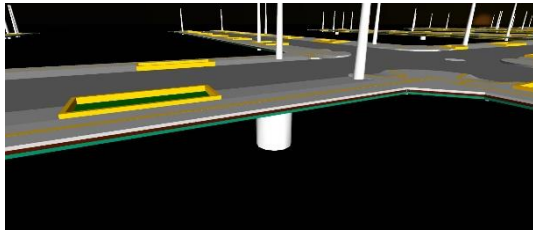
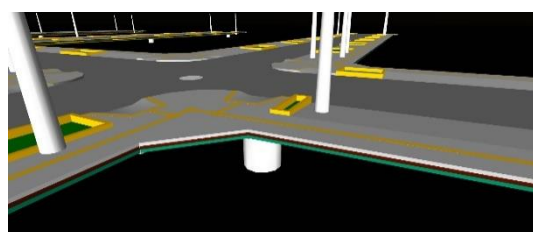
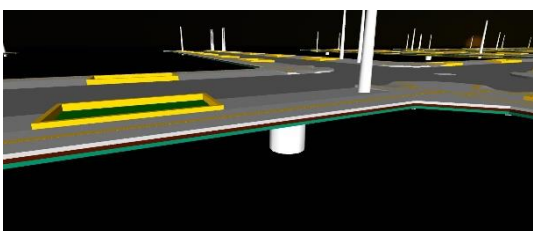
|       |                                                   |           |            |                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-105 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628081.61 | 9252415.33 |    |
| I-106 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628081.99 | 9252385.25 |    |
| I-107 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628090.59 | 9252378.93 |    |
| I-108 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 628081.31 | 9252358.67 |  |

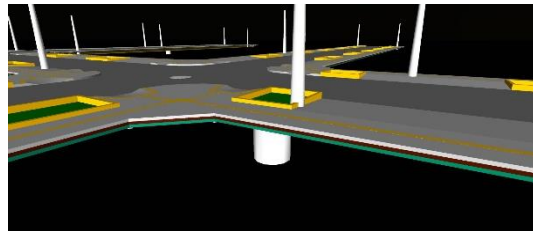
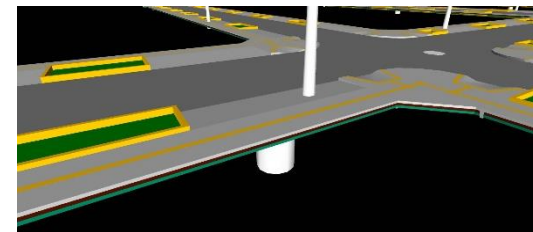
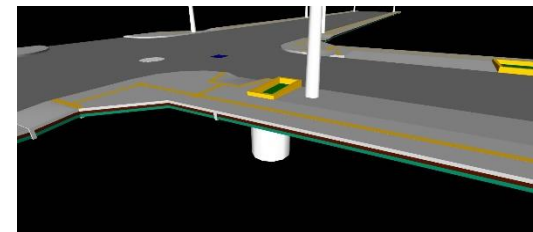
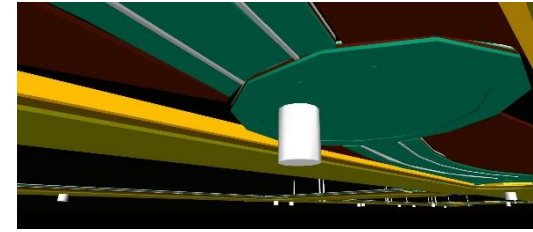
|       |                                                       |           |            |                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-109 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado     | 628090.23 | 9252355.46 |   |
| I-110 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628190.21 | 9252438.02 |   |
| I-111 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628199.16 | 9252436.70 |   |
| I-112 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628248.07 | 9252363.26 |  |

|       |                                                       |           |            |                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-113 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628247.73 | 9252360.43 |    |
| I-114 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628297.44 | 9252386.38 |    |
| I-115 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628294.53 | 9252356.44 |    |
| I-116 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada | 628363.73 | 9252385.84 |  |

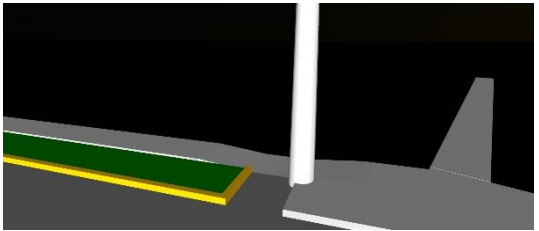
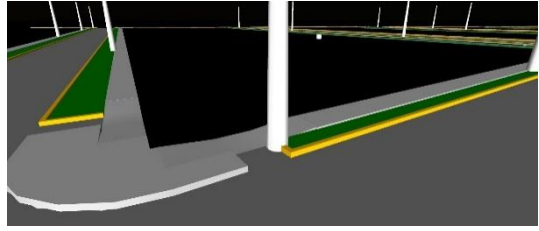
|       |                                                                   |           |            |                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-117 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada             | 628423.25 | 9252408.33 |    |
| I-118 | Poste invade totalmente la rampa vehicular proyectada             | 628407.16 | 9252348.05 |    |
| I-119 | Buzón invade parcialmente el área de la rampa peatonal proyectada | 628395.35 | 9252624.21 |    |
| I-120 | Buzón invade totalmente el área de la rampa vehicular proyectada  | 628371.52 | 9252619.28 |  |

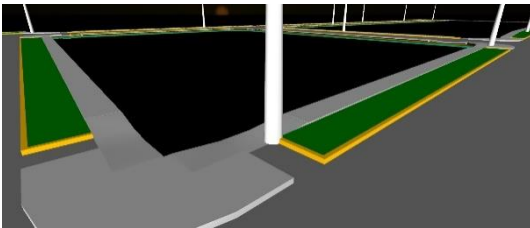
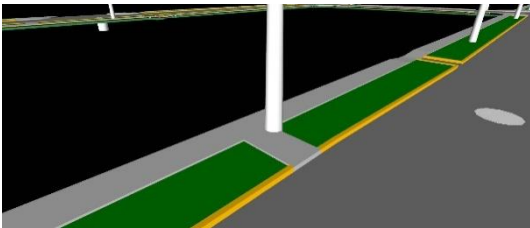
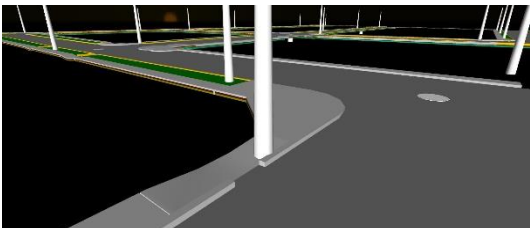
|       |                                                                      |           |            |                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-121 | Buzón invade totalmente el área verde proyectada                     | 628340.99 | 9252622.27 |   |
| I-122 | Buzón invade parcialmente la rampa vehicular y la vereda proyectadas | 628315.93 | 9252624.54 |   |
| I-123 | Buzón invade parcialmente el área verde y la vereda proyectadas      | 628283.95 | 9252627.87 |   |
| I-124 | Buzón invade parcialmente la vereda proyectada                       | 628253.28 | 9252630.15 |  |

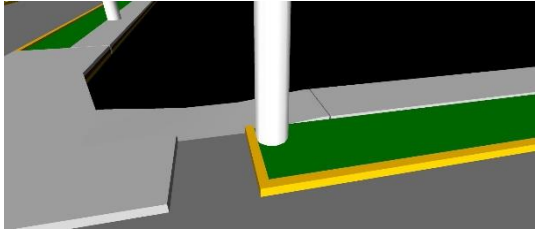
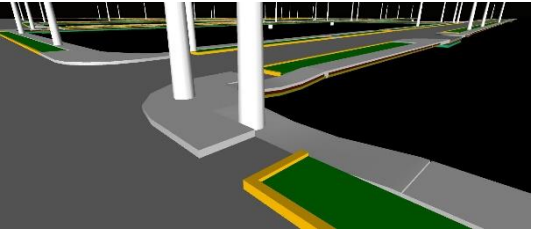
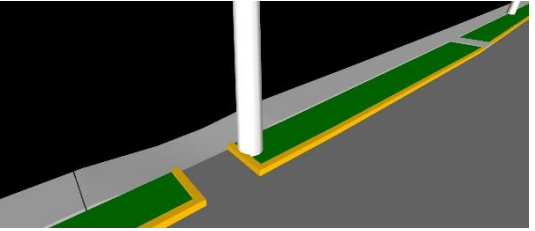
|       |                                                                                           |           |            |                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-125 | Buzón invade parcialmente la vereda proyectada                                            | 628227.62 | 9252633.22 |   |
| I-126 | Buzón invade parcialmente la rampa vehicular y la vereda proyectadas                      | 628199.64 | 9252637.33 |   |
| I-127 | Buzón invade parcialmente el martillo, la vereda, el sardinel y el área verde proyectados | 628170.56 | 9252640.18 |   |
| I-128 | Buzón invade totalmente el área de la rampa vehicular proyectada                          | 628146.89 | 9252643.81 |  |

|       |                                                                                                  |           |            |                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-129 | Buzón invade parcialmente la vereda, el sardinel y el área verde proyectados                     | 628117.09 | 9252646.30 |   |
| I-130 | Buzón invade parcialmente la rampa vehicular y la vereda proyectadas                             | 628091.30 | 9252649.93 |   |
| I-131 | Buzón invade parcialmente la rampa vehicular, la vereda, el sardinel y el área verde proyectados | 628062.35 | 9252652.84 |   |
| I-132 | Buzón invade totalmente el área del concreto pigmentado                                          | 628093.23 | 9252507.13 |  |

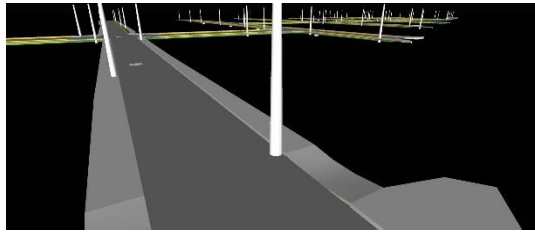
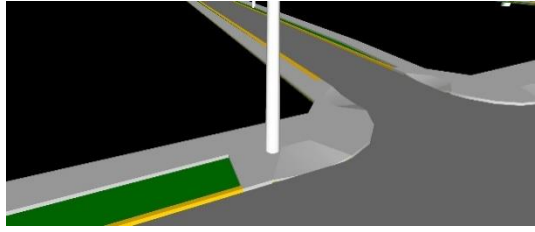
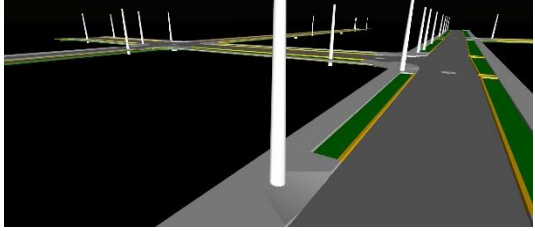
**Reporte de interferencias 5: Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque**

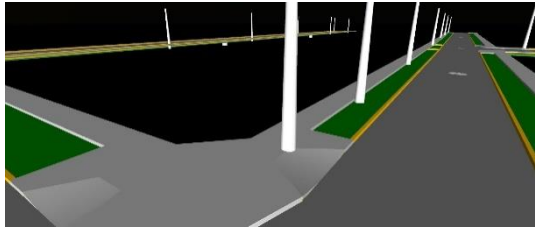
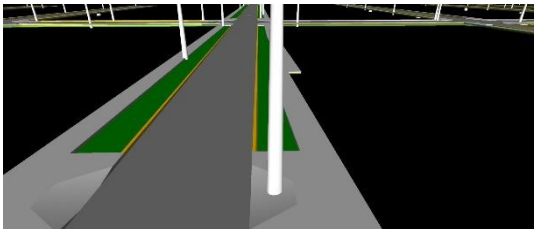
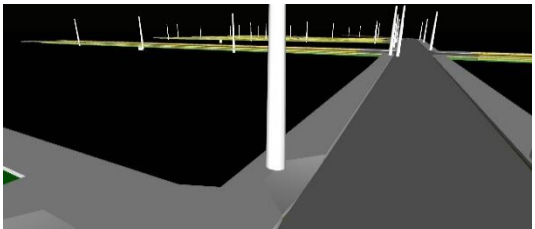
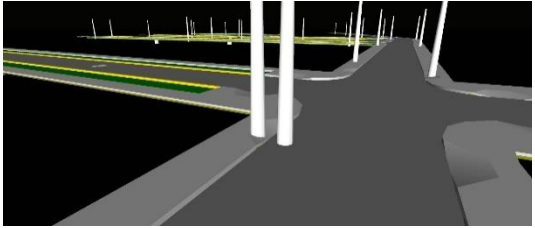
| CÓDIGO DE INTERFERENCIA | DESCRIPCIÓN                                                                                                              | UBICACIÓN    |              | IMAGEN                                                                                |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                                                                          | COORDENADA X | COORDENADA Y |                                                                                       |
| I-01                    | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada y obstruye el cruce proyectado                                    | 630710.89    | 9253139.46   |    |
| I-02                    | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, obstruye el cruce proyectado y colisiona con sardinel proyectado | 630605.01    | 9253209.87   |    |
| I-03                    | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada                                                                   | 630571.78    | 9253162.04   |   |
| I-04                    | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada                                                                   | 630569.97    | 9253177.93   |  |

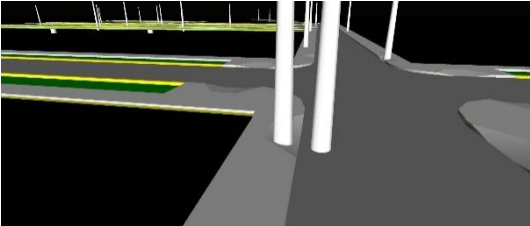
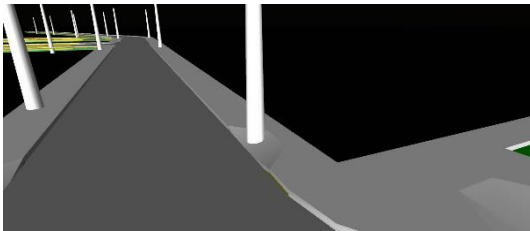
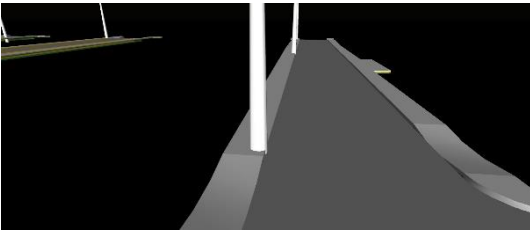
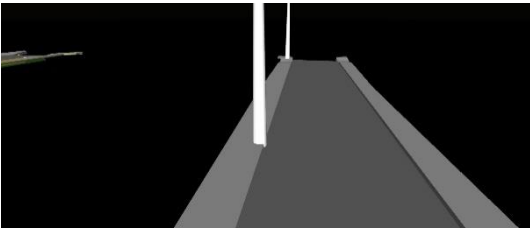
|      |                                                                                                                          |           |            |                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-05 | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada, obstruye el cruce proyectado y colisiona con sardinel proyectado | 630540.88 | 9253197.69 |   |
| I-06 | Poste obstruye el acceso peatonal hacia el cruce proyectado                                                              | 630464.39 | 9253111.75 |   |
| I-07 | Poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada                                                                     | 630500.47 | 9253173.27 |   |
| I-08 | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada y obstruye el cruce proyectado                                    | 630474.19 | 9253191.19 |  |

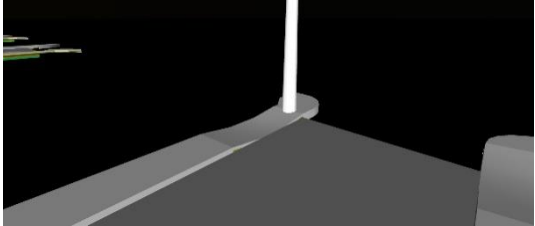
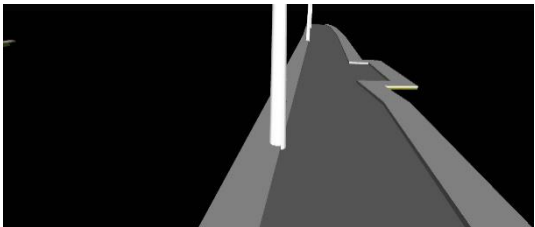
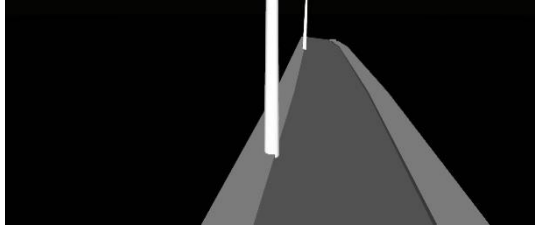
|      |                                                      |           |            |                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| I-09 | Poste colisiona con sardinel proyectado              | 630526.03 | 9253276.12 |  |
| I-10 | Poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada | 630519.84 | 9253287.78 |  |
| I-11 | Poste colisiona con sardinel proyectado              | 630524.86 | 9253294.50 |  |

**Reporte de interferencias 6:** *Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl haya de la torre del distrito de la victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque.*

| CÓDIGO DE INTERFERENCIA | DESCRIPCIÓN                                                 | UBICACIÓN    |              | IMAGEN                                                                                |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                             | COORDENADA X | COORDENADA Y |                                                                                       |
| I-01                    | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado           | 627321.27    | 9249324.16   |    |
| I-02                    | Poste obstruye el acceso peatonal hacia la rampa proyectada | 627312.06    | 9249248.53   |    |
| I-03                    | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada      | 627265.82    | 9249304.32   |  |

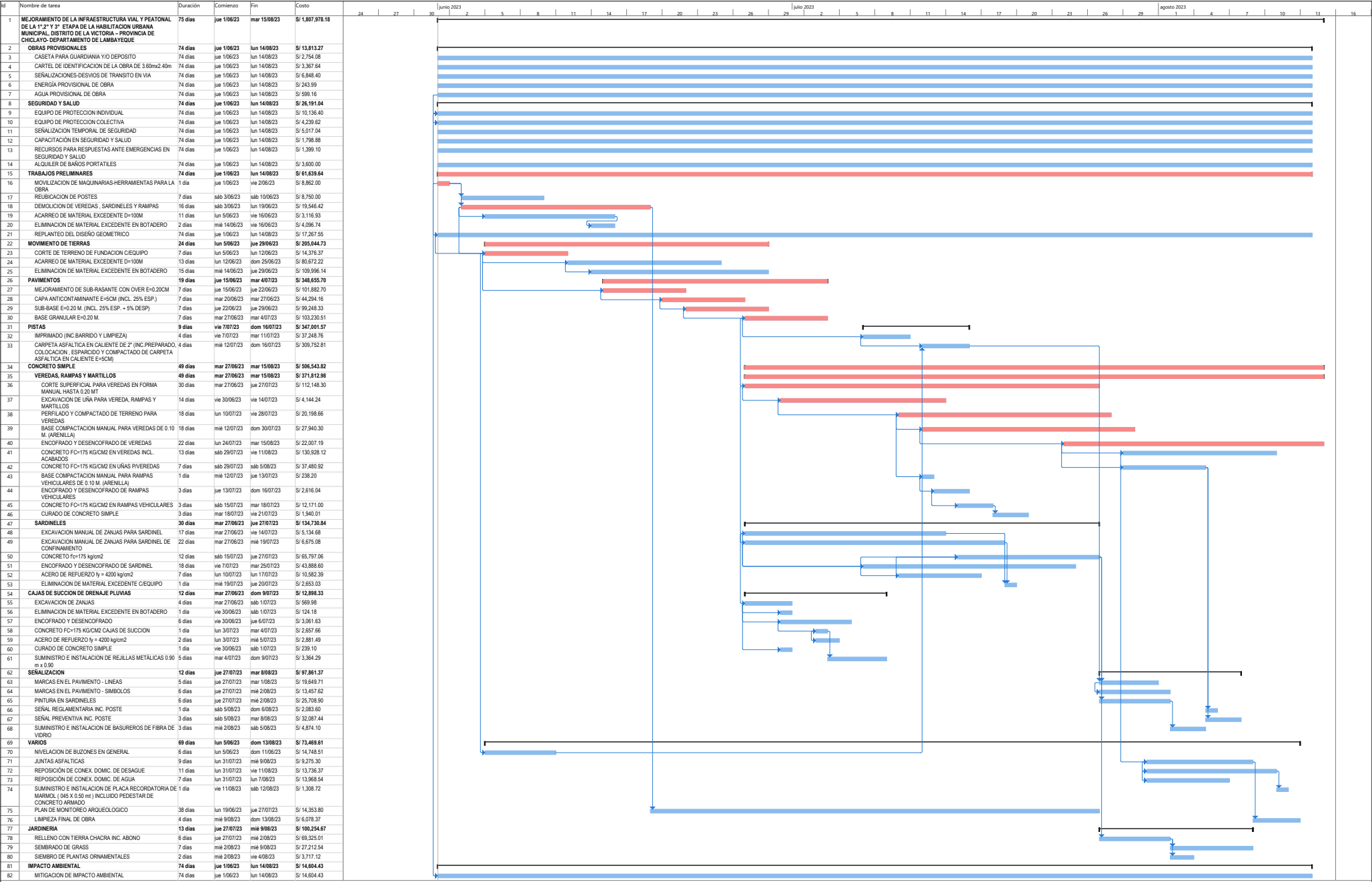
|      |                                                        |           |            |                                                                                       |
|------|--------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-04 | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada | 627254.04 | 9249259.75 |    |
| I-05 | Poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada   | 627189.35 | 9249284.91 |    |
| I-06 | Poste invade parcialmente la rampa peatonal proyectada | 627167.02 | 9249223.63 |    |
| I-07 | Poste invade totalmente el pavimento proyectado        | 627128.58 | 9249236.07 |  |

|      |                                                      |           |            |                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| I-08 | Poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada | 627128.24 | 9249235.05 |   |
| I-09 | Poste invade totalmente la rampa peatonal proyectada | 627113.70 | 9249245.73 |   |
| I-10 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado    | 626977.52 | 9249202.12 |   |
| I-11 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado    | 626971.08 | 9249177.61 |  |

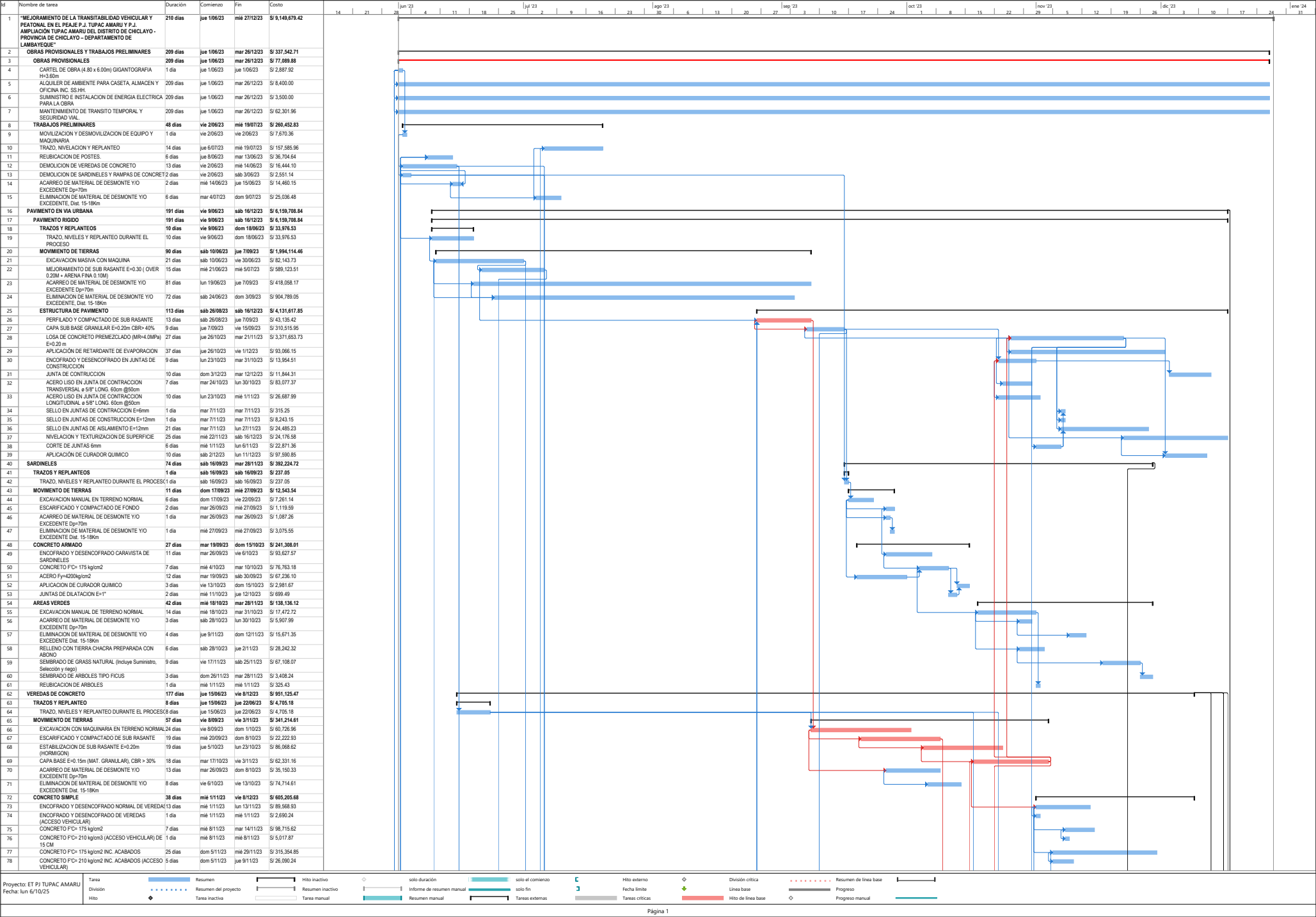
|      |                                                           |           |            |                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-12 | Poste invade parcialmente la<br>rampa peatonal proyectada | 626965.38 | 9249154.01 |    |
| I-13 | Poste invade parcialmente el<br>pavimento proyectado      | 627019.11 | 9249260.47 |    |
| I-14 | Poste invade parcialmente el<br>pavimento proyectado      | 626990.68 | 9249256.02 |    |
| I-15 | Poste invade parcialmente el<br>pavimento proyectado      | 626958.77 | 9249250.77 |  |

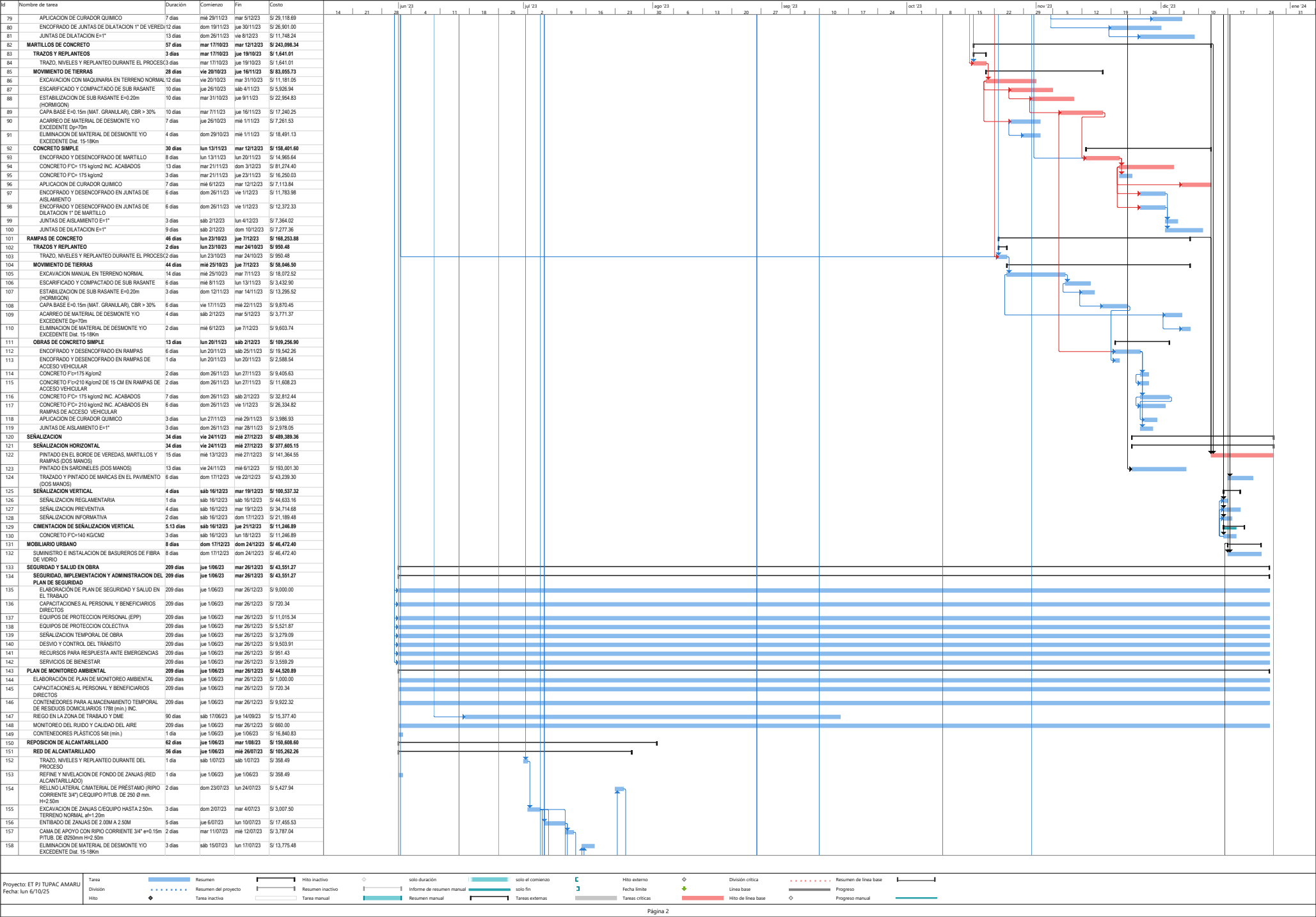
|      |                                                   |           |            |                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| I-16 | Poste invade parcialmente el pavimento proyectado | 626928.84 | 9249245.59 |  |
|------|---------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

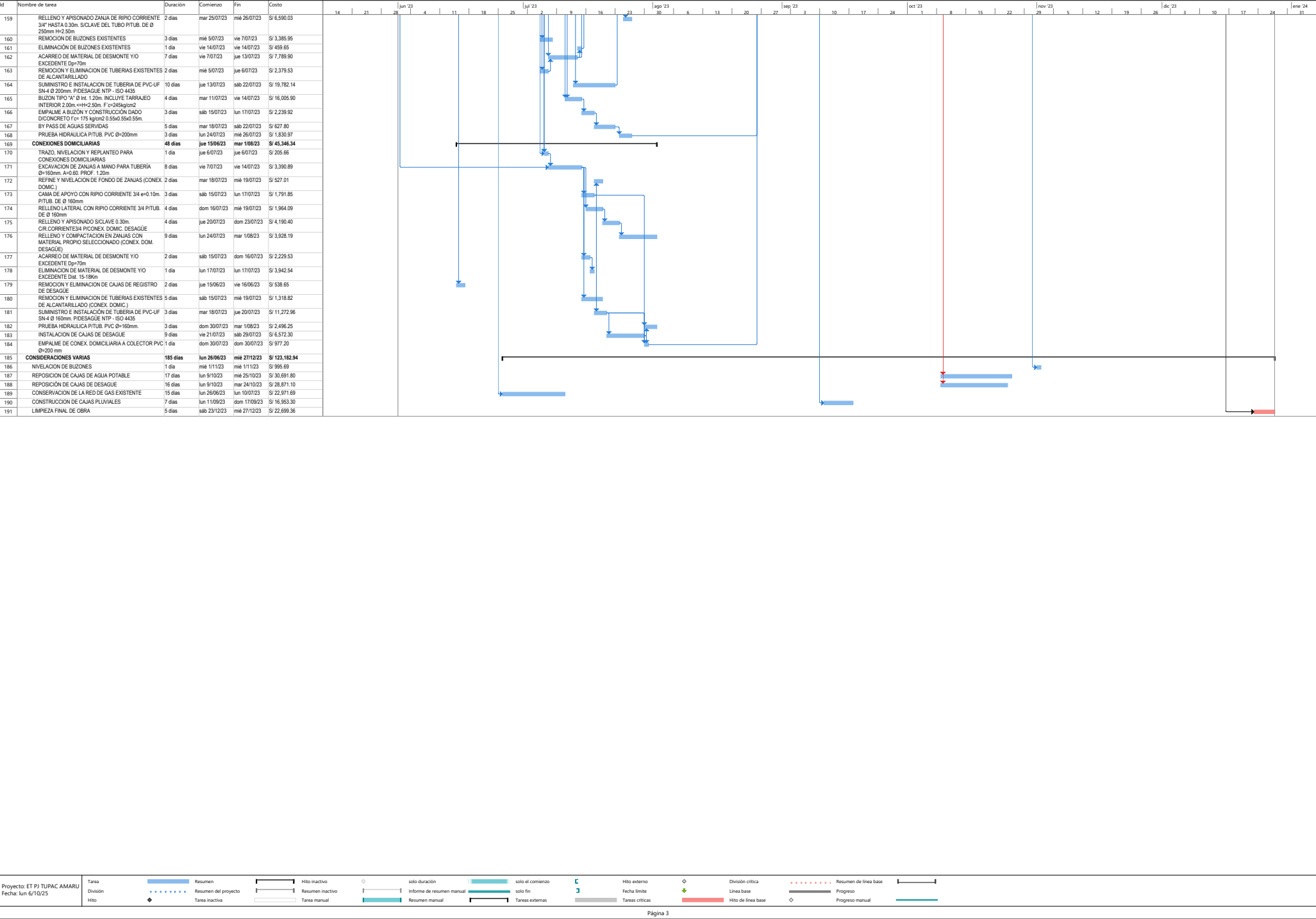
**Cronograma optimizado propuesto 1:** *Mejoramiento de la infraestructura vial y peatonal de la 1º, 2º y 3º etapa de la habilitación urbana municipal, distrito de la Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*



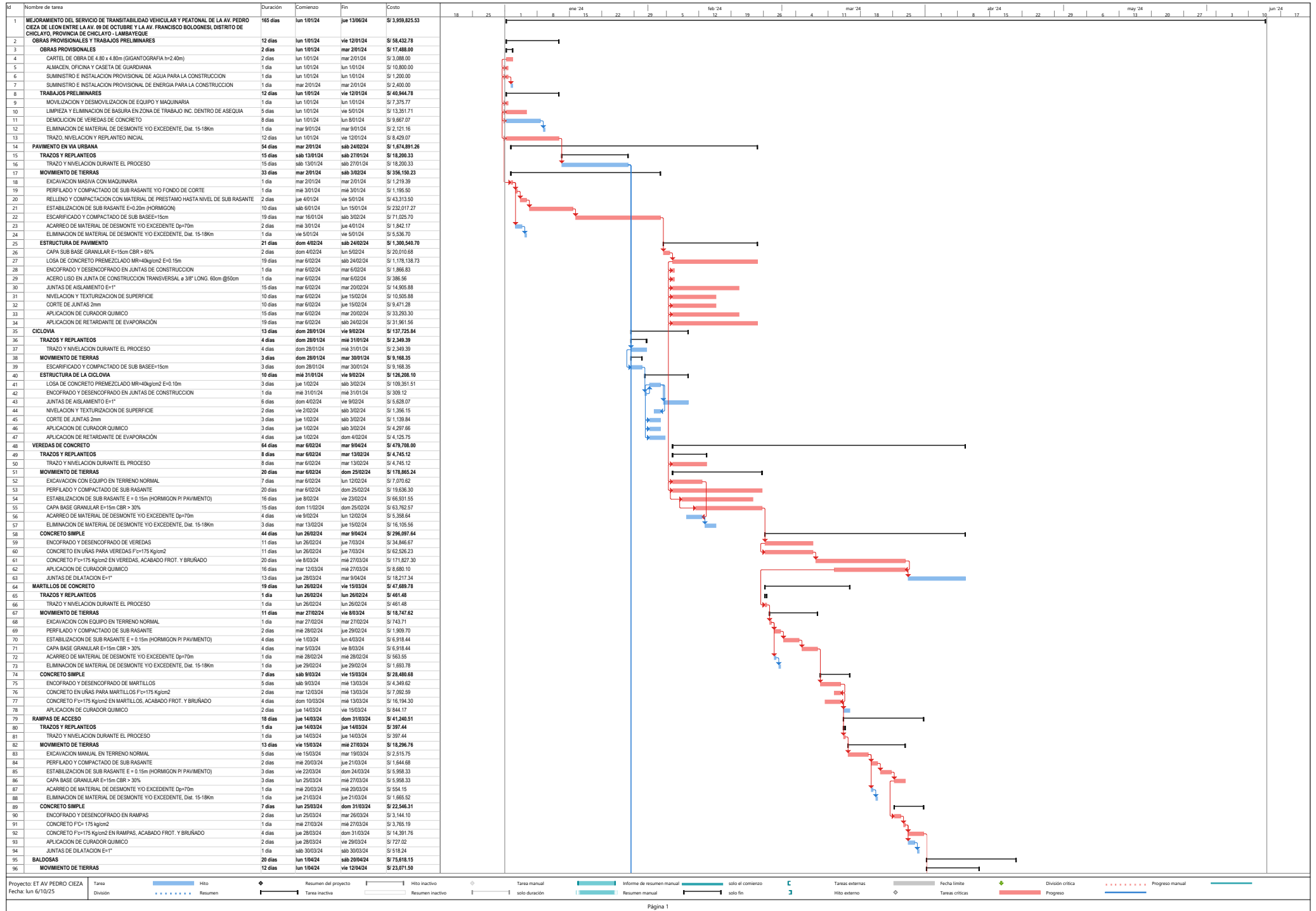
**Cronograma optimizado propuesto 2:** *Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el P.J Tupac Amaru y P.J Ampliación Tupac Amaru del distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*

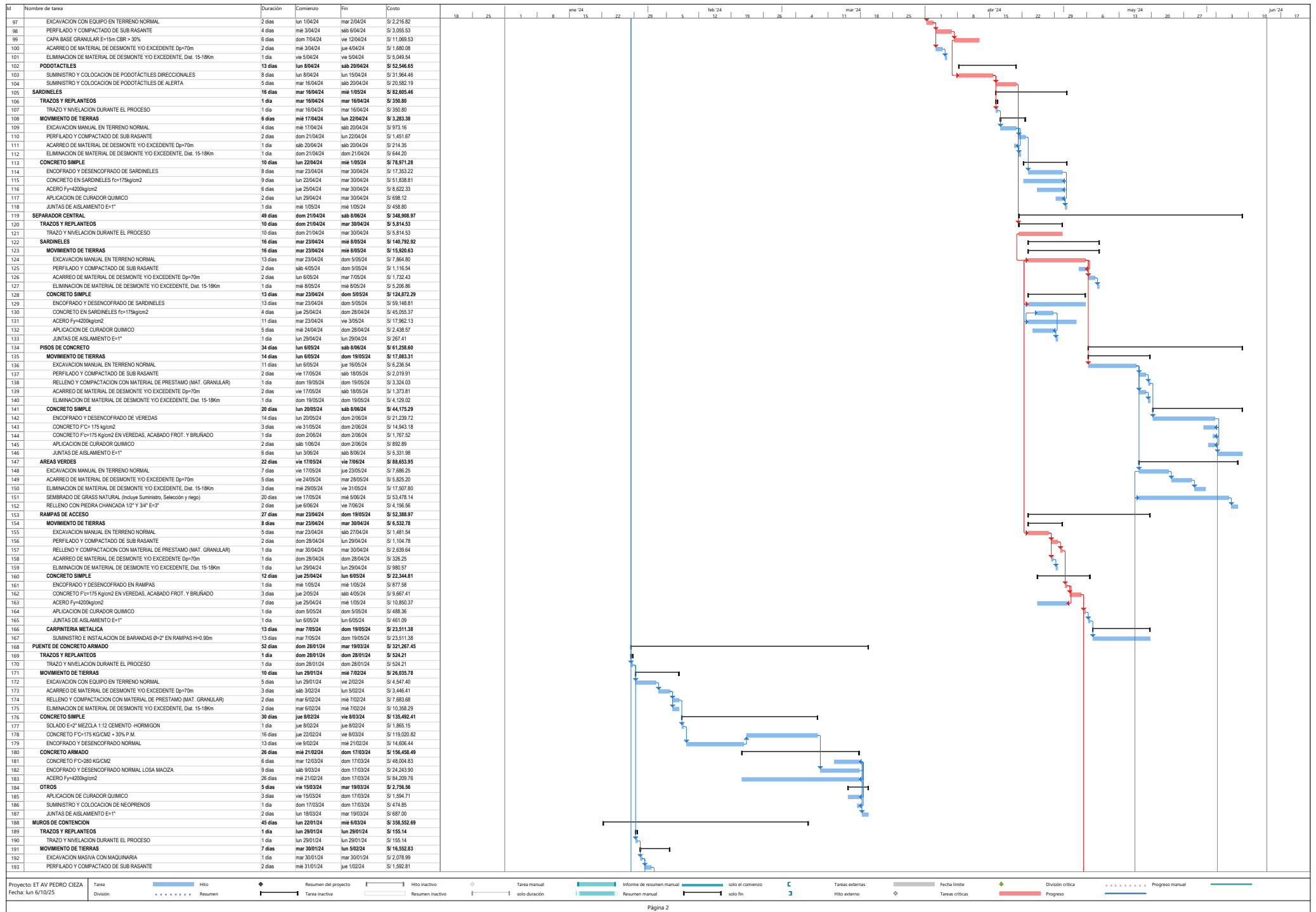


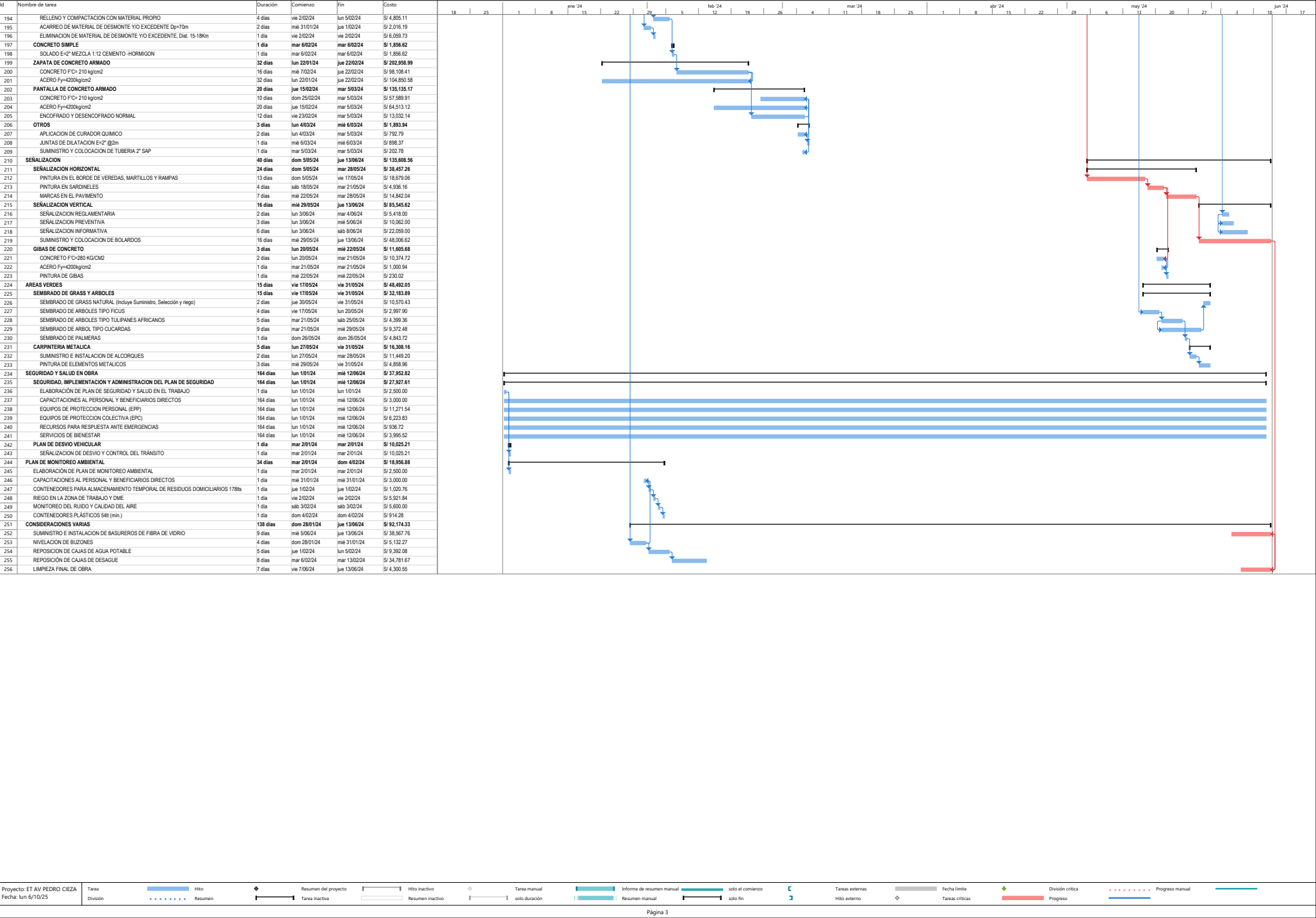




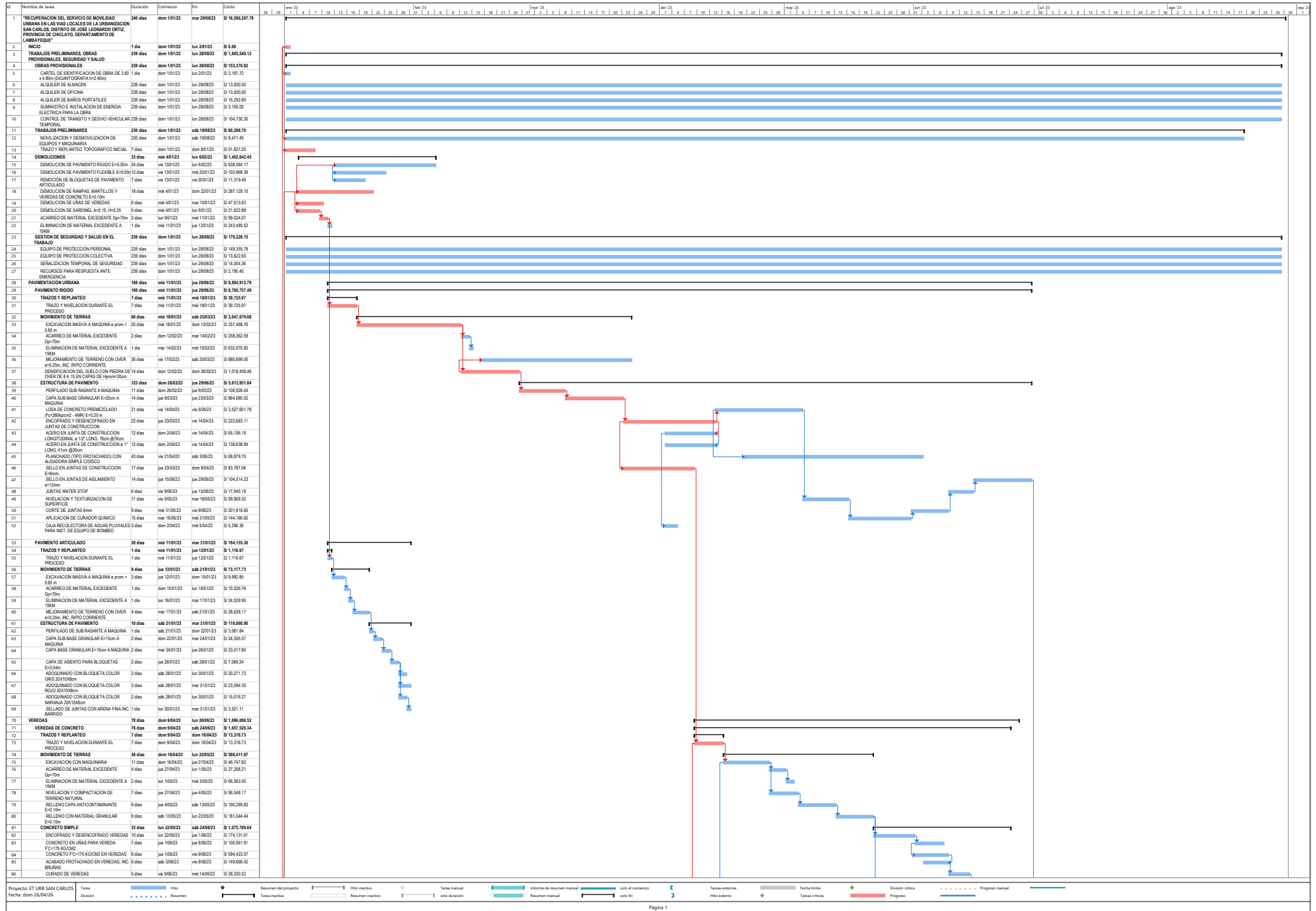
**Cronograma optimizado propuesto 3:** *Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la av. Pedro Cieza de León entre la av. 09 de Octubre y la av. Francisco Bolognesi, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo – Lambayeque*

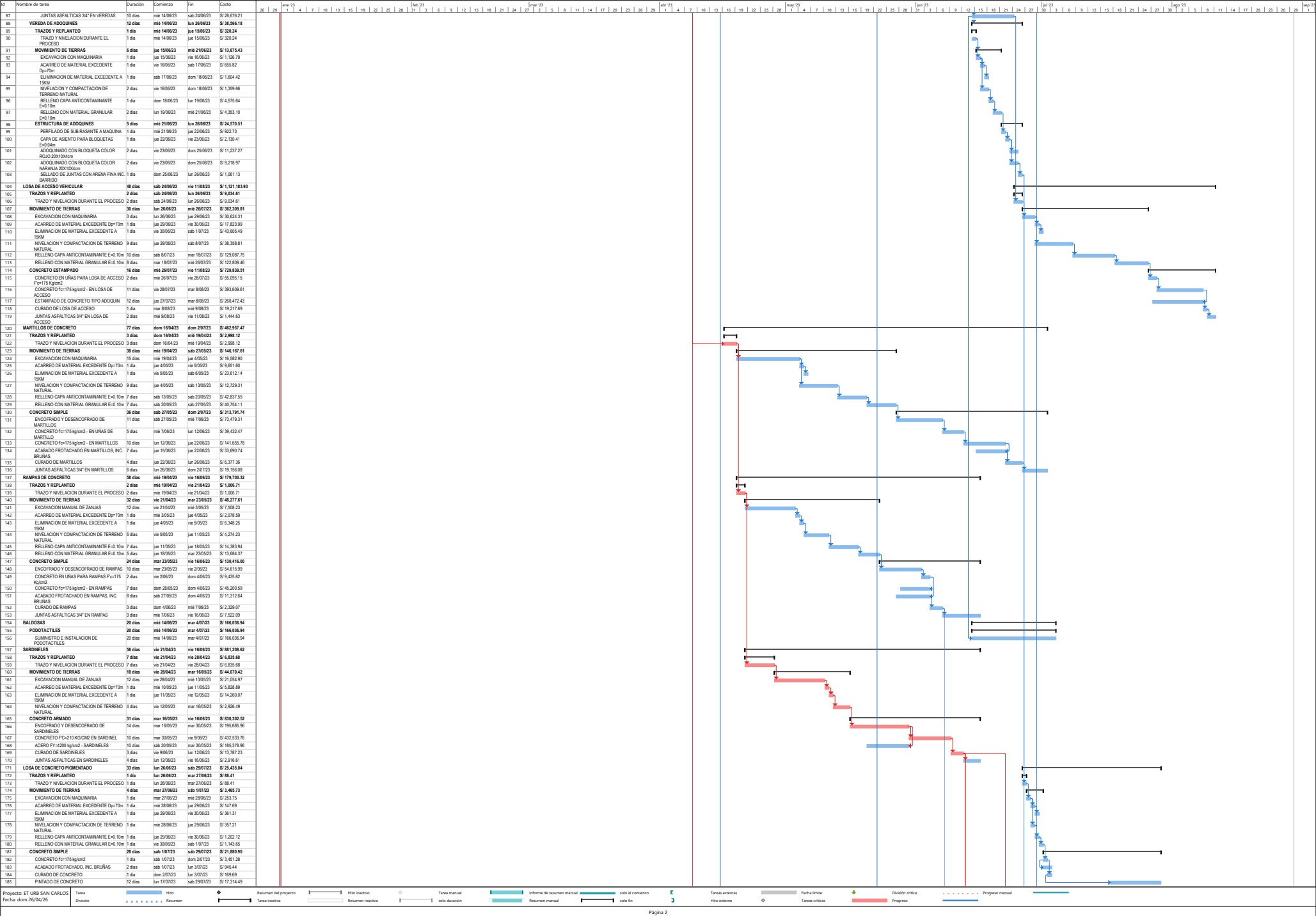


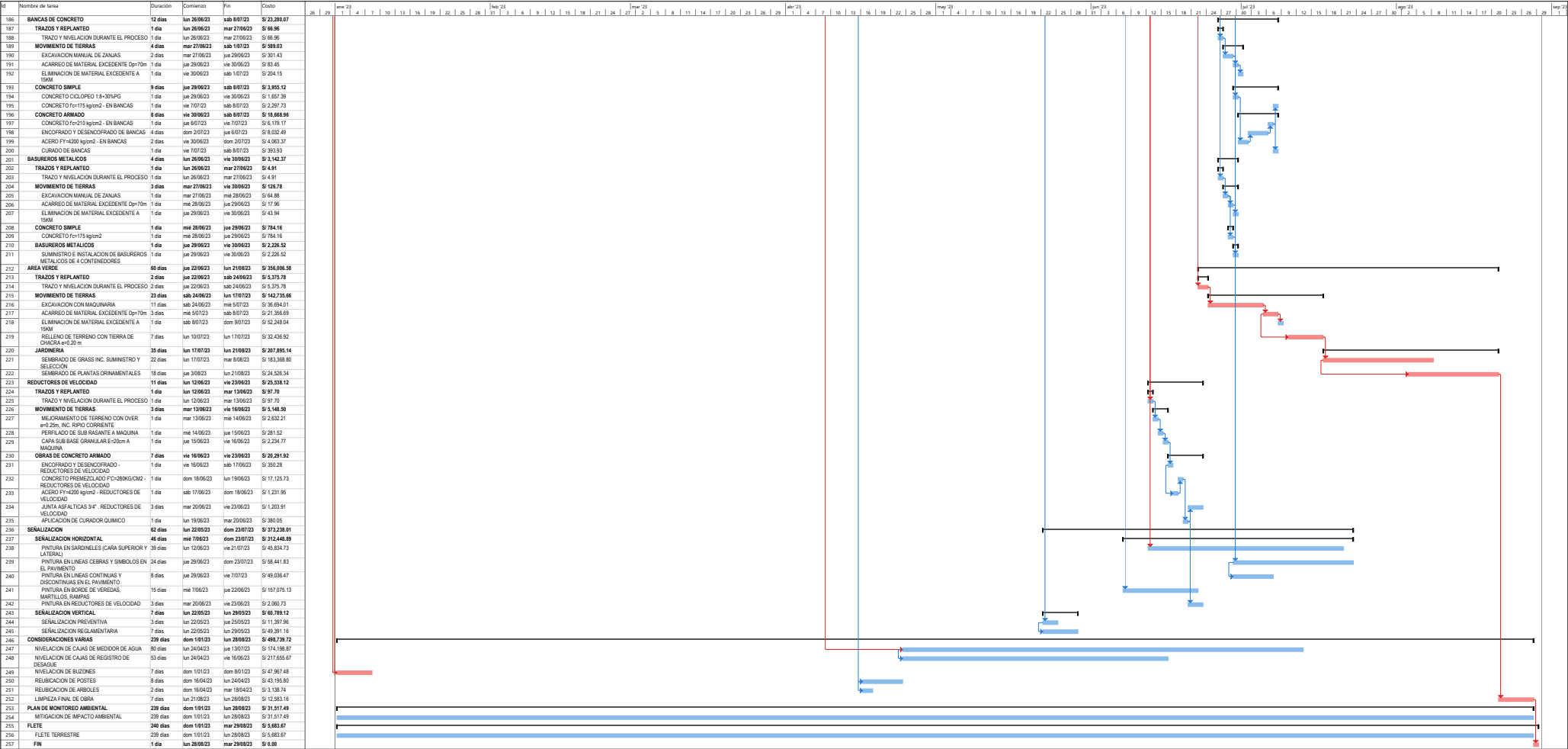




**Cronograma optimizado propuesto 4:** *Recuperación del servicio de movilidad urbana en las vías locales de la urbanización San Carlos – distrito de José Leonardo Ortiz – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque*

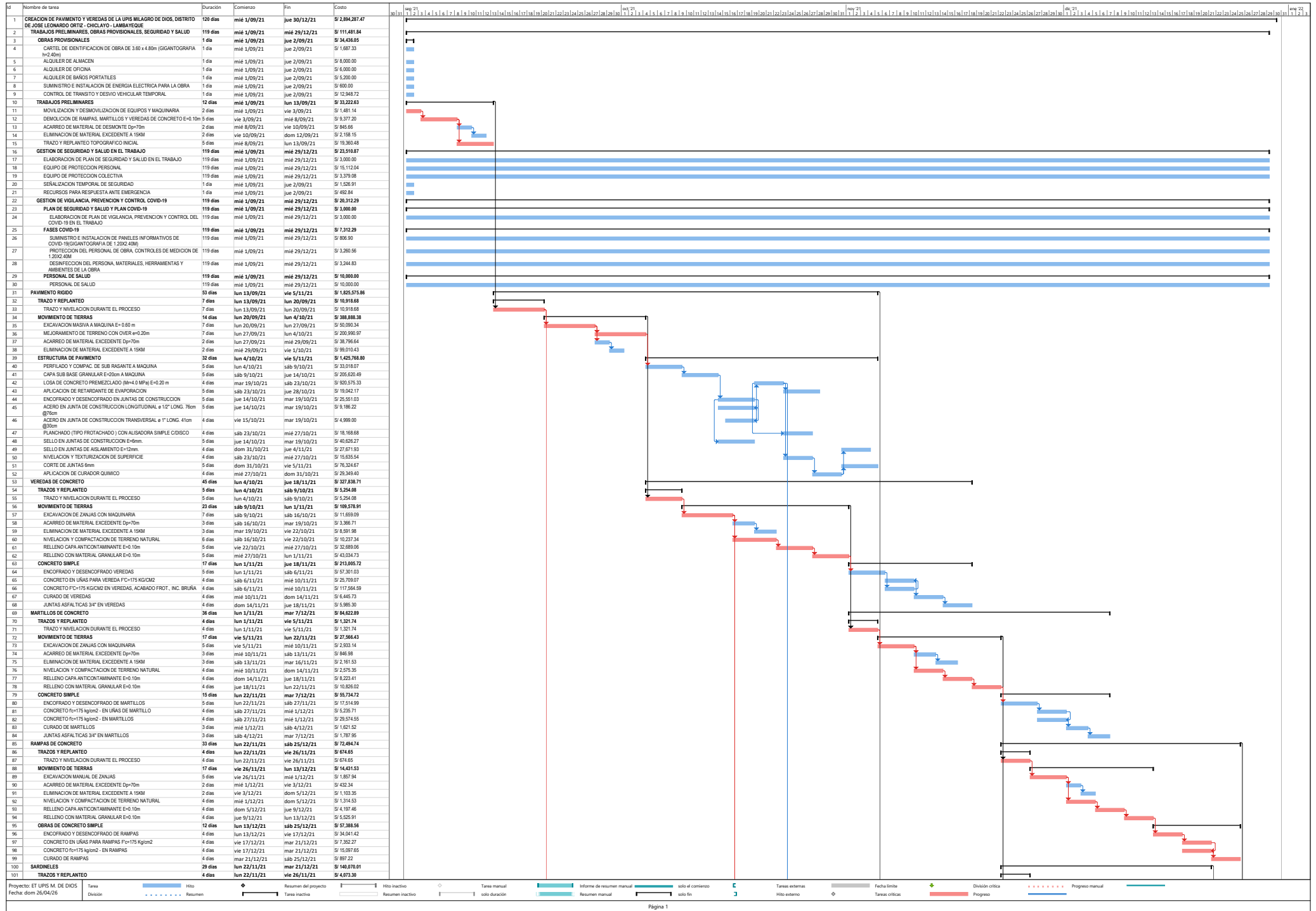


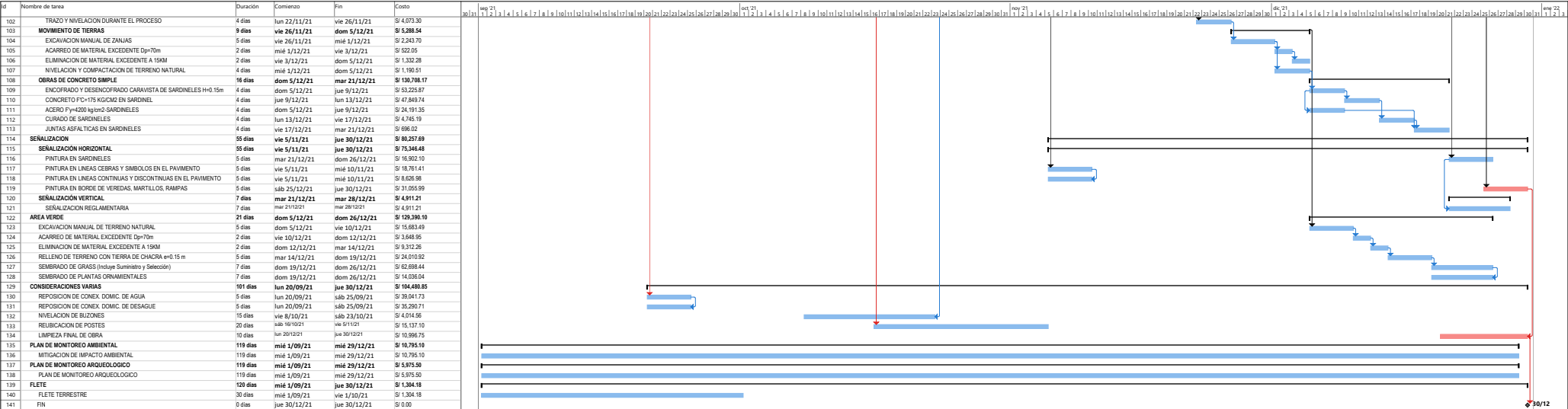




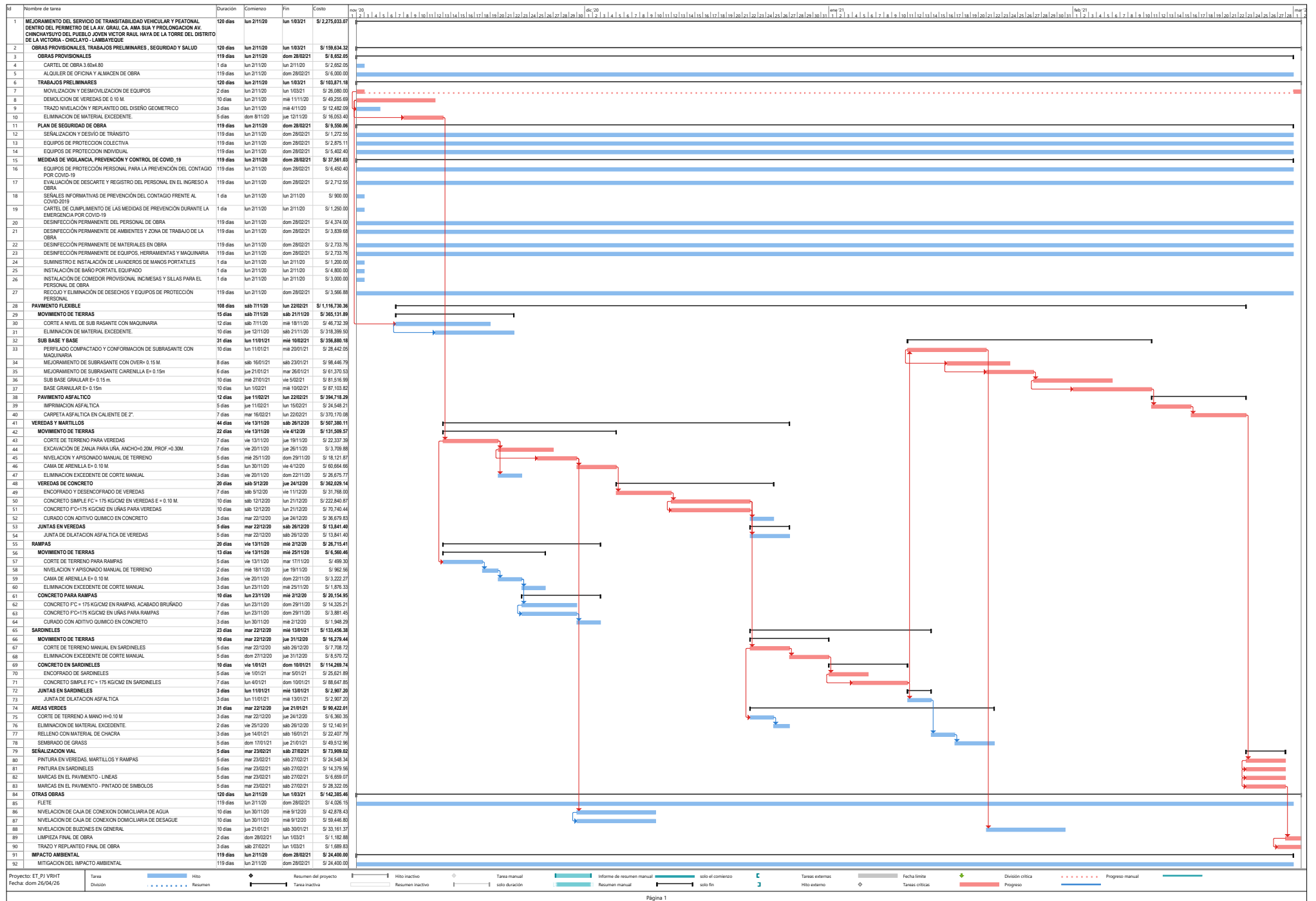
Página 3

**Cronograma optimizado propuesto 5:** *Creación de pavimento y veredas de la Upis Milagro de Dios, distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque*

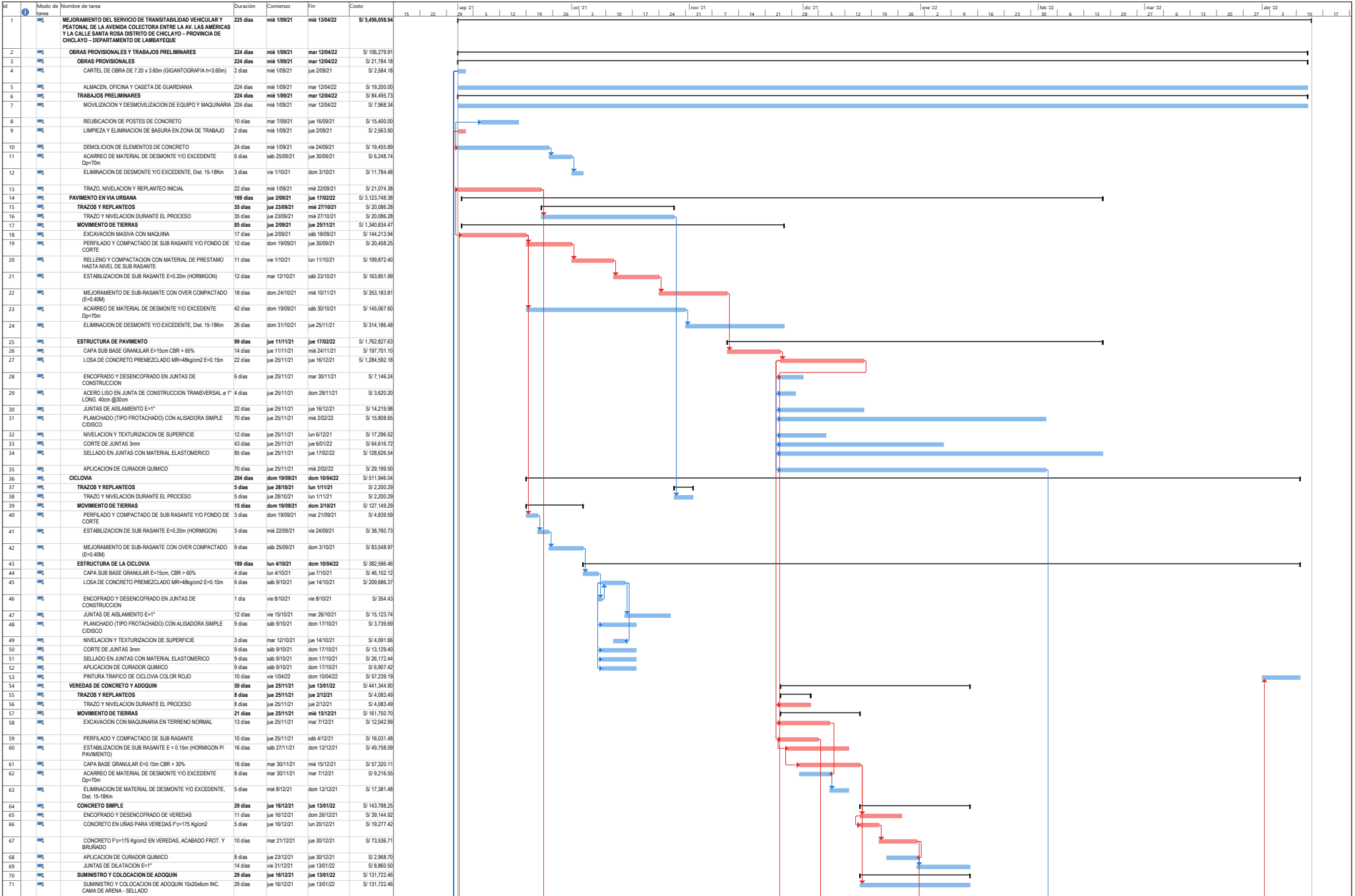


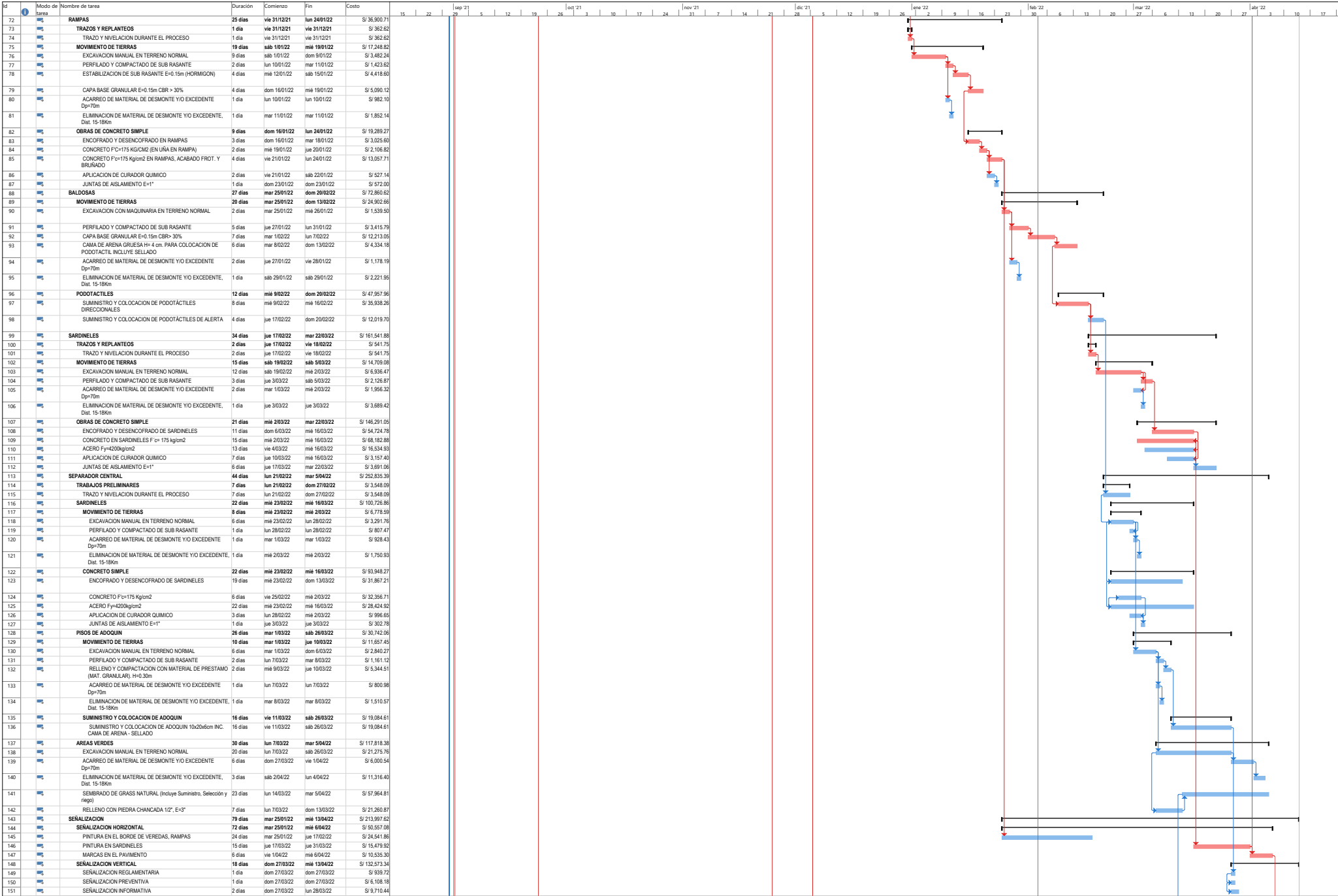


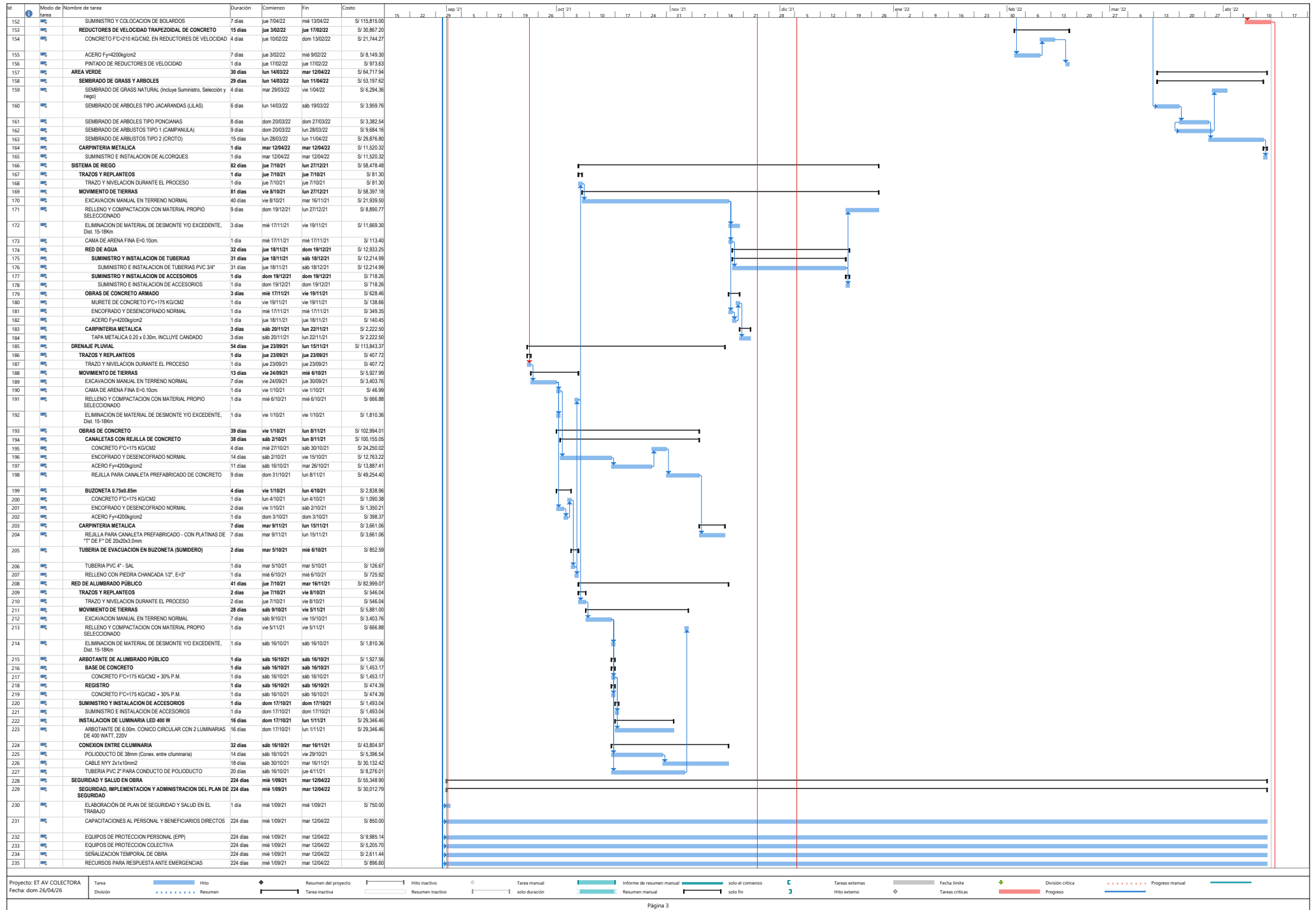
**Cronograma optimizado propuesto 6:** *Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal dentro del perímetro de la av. Grau, calle Ama Sua y prolongación av. Chinchaysuyo del pueblo joven Víctor Raúl Haya de la Torre del distrito de la Victoria – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque.*

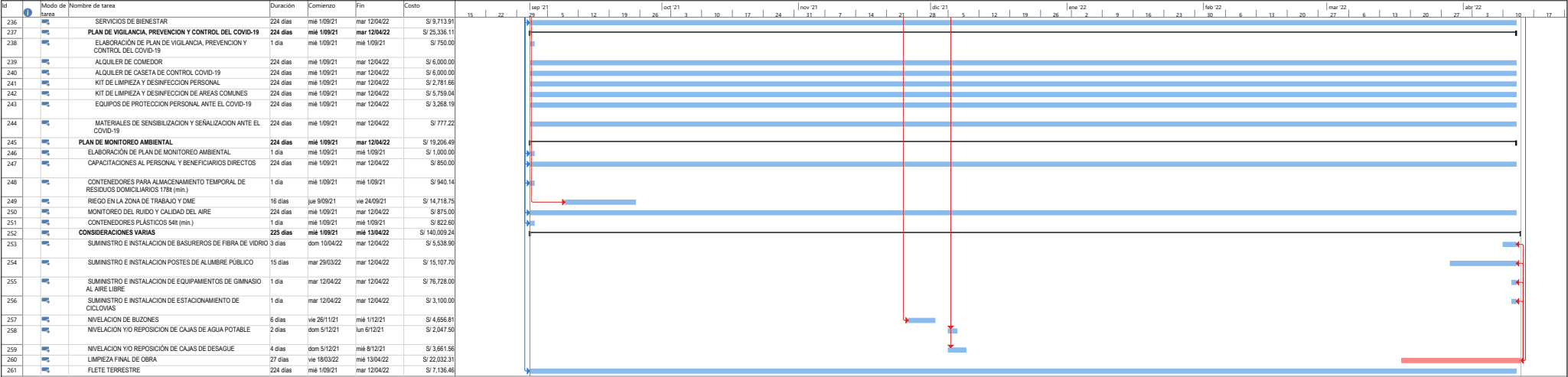


**Cronograma optimizado propuesto 7:** *Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida colectora entre la av. las Américas y la calle Santa Rosa distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque.*









## UBICACIÓN Y DATOS GENERALES DE PROYECTOS EVALUADOS:

“MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y PEATONAL DE LA 1º, 2º Y 3º ETAPA DE LA HABILITACION URBANA MUNICIPAL, DISTRITO DE LA VICTORIA – PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”



CUI 2400745

MONTO: S/. 2'877,136.88

FECHA DE APROBACIÓN DEL ET:

27 de octubre del 2023

MODALIDAD: Por contrata

SISTEMA: Contratación a Precios

PLAZO DE EJECUCIÓN: 90 días  
calendarios

UBICACIÓN

Lugar: Sector IV (Habilitación Urbana  
Municipal)

Distrito: La Victoria

Provincia: Chiclayo

Departamento:

Lambayeque



“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. PEDRO CIEZA DE LEON ENTRE LA AV. 09 DE OCTUBRE Y LA AV. FRANCISCO BOLOGNESI, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE”



CUI 2291393

MONTO: S/. 5'906,462.57

FECHA DE APROBACIÓN DEL ET:

28 de abril del 2021

MODALIDAD: Por contrata

SISTEMA: A precios unitarios

PLAZO DE EJECUCIÓN: 120 días  
calendarios

UBICACIÓN

Distrito: Chiclayo

Provincia: Chiclayo

Departamento:

Lambayeque

**“RECUPERACIÓN DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LAS VÍAS LOCALES DE LA URBANIZACIÓN SAN CARLOS – DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ  
PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**



CUI 2561440

MONTO: S/. 23'299,413.86

FECHA DE APROBACIÓN DEL ET:

07 de noviembre del 2023

MODALIDAD: Por contrata

SISTEMA: Precios unitarios

PLAZO DE EJECUCIÓN: 270 días  
calendarios

UBICACIÓN

Lugar: Urbanización San Carlos

Distrito: José Leonardo Ortiz

Provincia: Chiclayo

Departamento: Lambayeque



“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DENTRO DEL PERIMETRO DE LA AV. GRAU, CA. AMA SUA Y PROLONGIACION AV. CHINCHAYSUYO DEL PUEBLO JOVEN VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE DEL DISTRITO DE LA VICTORIA – PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”



CUI 2498273

MONTO: S/. 3'378,423.51

FECHA DE APROBACIÓN DEL ET:

06 de octubre del 2022

MODALIDAD: Por contrata

SISTEMA: A precios unitarios

PLAZO DE EJECUCIÓN: 120 días  
calendarios

UBICACIÓN

Distrito: La Victoria

Provincia: Chiclayo

Departamento:

Lambayeque

**“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AVENIDA COLECTORA ENTRE LA AV. LAS AMÉRICAS Y LA CALLE SANTA ROSA  
DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**



CUI 2518370

MONTO: S/. 8'101,822.38

FECHA DE APROBACIÓN DEL ET:

24 de junio del 2021

MODALIDAD: Por contrata

SISTEMA: A precios unitarios

PLAZO DE EJECUCIÓN: 240 días  
calendarios

UBICACIÓN

Distrito: Chiclayo

Provincia: Chiclayo

Departamento:

Lambayeque