

**MODELAMIENTO TRIDIMENSIONAL DE UN PROYECTO VIAL MEDIANTE
INTEGRACIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS Y FOTOGRAMÉTRICOS EN EL
ENTORNO BIM.**

Alex Sebastián Concha González

Informe de Práctica Profesional presentado al
Departamento de Ciencias Geodésicas y Geomática
Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles

En cumplimiento del requisito parcial

Para obtener el título de

Ingeniero Geomático

Escrito bajo la orientación del Tutor

Prof. Salvatore Jiménez

Aprobado por la comisión

Prof. Andrew Rifo

Los Ángeles

Julio, 2025

© Alex Sebastián Concha González

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

RESUMEN

El presente informe da cuenta de la práctica profesional realizada en la empresa SERVITERRRA, cuyo objetivo principal fue aplicar la metodología BIM en el desarrollo de un modelo tridimensional de un proyecto vial, integrando información proveniente de levantamientos topográficos y fotogramétricos al software Istram. El proyecto abordado corresponde a la terminación del mejoramiento de la ruta Q-75, Variante de Quilaco con una extensión aproximada de 3.430 metros, dicho proyecto busca mejorar la interconexión entre las comunas precordilleranas de la provincia del Biobío, evitando con ello el flujo de camiones por el centro de la ciudad.

Durante la práctica se ejecutaron tareas de levantamiento topográfico y fotogramétrico para la generación de superficie y ortofotos respectivamente, esto con la finalidad de servir como insumo base a la herramienta BIM.

Posteriormente, la información precedente fue integrada en el software Istram para modelar el diseño geométrico del proyecto y sus componentes, como señaléticas, marcas viales y objetos 3D.

Finalmente, se utiliza la aplicación Twinmotion para la visualización interactiva y la generación de recorridos virtuales del modelo, con el propósito de hacer más eficiente la gestión en la toma de decisiones.

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia por su apoyo constante durante este proceso y por estar siempre presentes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida por las oportunidades y dificultades que me ha presentado a lo largo de este proceso, sacando enseñanzas en cada una de ellas.

Le doy gracias a mi familia por su apoyo incondicional y confianza en este camino. Su compañía fue fundamental para seguir adelante en los momentos difíciles.

También extendo mi gratitud a mi profesor Guía Salvatore Jiménez por su constante orientación y preocupación genuina para culminar esta última etapa.

Y, por último, agradezco sinceramente a mi supervisor Dagoberto Almonacid por haber aceptado mi práctica profesional, brindarme la oportunidad de integrarme a su equipo, su orientación, consejos y constante disposición para apoyarme.

Índice de Contenidos

RESUMEN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
Índice de contenidos	v
Lista de Tablas	vi
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Abreviaturas	viii
1. Introducción	9
1.1 Objetivo General.....	10
1.2 Objetivos Específicos.....	11
2. Descripción de tareas y trabajos realizados	11
2.1. Levantamiento Topográfico.....	12
2.1.1. Verificación de Puntos de Control (PRs): Coordenadas y Cotas	12
2.1.2. Verificación Planimétrica de PRs del Proyecto MOP	13
2.1.3. Verificación altimétrica de PRs del proyecto	14
2.1.4. Replanteo y Materialización del Eje Vial según Proyecto MOP	14
2.2. Fotogrametría.....	15
2.3. <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	18
2.3.1 Software Istram	19
2.3.2. Twinmotion.....	25
3. Conclusiones y aprendizajes.....	26
4. Referencias.....	27

Lista de Tablas

Tabla 1. Características DJI Phantom 4 RTK.....	16
---	----

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto, Variante de Quilaco	12
Figura 2. Características Monolitos principales.....	13
Figura 3. Dron DJI Phantom 4 RTK.....	16
Figura 4. Ortofoto Proyecto de Quilaco.....	17
Figura 5. Fases obra lineal	19
Figura 6. Diagrama de flujo Módulo obra lineal - Istram.....	20
Figura 7. Vista en planta – obra vial.....	21
Figura 8. Diagrama modelo BIM en Virtual 3D.....	22
Figura 9. Maqueta virtual de obra - Istram	23
Figura 9. Diagrama software Twinmotion.....	24
Figura 11. Creación de video - Twinmotion.....	25

Lista de Nomenclatura o Abreviaciones

Dm: Distancia acumulada.

BIM: *Building Information Modeling*.

PR: Punto de referencia.

MOP: Ministerio de obras públicas.

GPS: *Global Positioning System*.

DEM: Modelo digital de elevación.

RTK: *Real Time Kinematic*.

GSD: Distancia muestreo en tierra.

GIS: Sistema de información geográfica.

WGS84: *World Geodetic System 1984*.

CSV: Valores separado por coma.

TXT: Documento de texto.

TIFF: Archivo de imágenes con etiquetas.

EWC: Archivo de imagen ráster comprimido.

SRTM: Misión topográfica Radar del transbordador espacial de la NASA.

1. Introducción

La Empresa SERVITERRA ubicada en Los Ángeles, Región del Biobío, se especializa en diversos servicios relacionados con la construcción y mantenimiento de infraestructuras viales, así como en la producción y transporte de materiales de construcción. Ha estado funcionando desde el año 2002 y se ha consolidado como una empresa de trayectoria en la provincia del Biobío. Sus líneas principales de trabajo son la producción y transporte de áridos y asfaltos, arriendo de maquinaria y equipos, transporte de carga por carretera, construcción y mantención de caminos y carreteras (Serviterra, 2021).

El departamento de Topografía en la empresa SERVITERRA, desempeña un papel esencial en los proyectos de construcción e infraestructura de la empresa, ya que se encarga de realizar los levantamientos topográficos precisos, establecer los puntos de control y asegurar que las obras se ejecuten conforme a los diseños y especificaciones técnicas. Sus funciones incluyen:

- Levantamientos topográficos: Obtención de datos del terreno para la planificación y diseño de proyectos.
- Replanteo de obras: Marcación en terreno de las estructuras según los planos de diseño.
- Control geométrico: Verificación de alineaciones, niveles y pendientes durante la ejecución de las obras.
- Apoyo en movimientos de tierra: Supervisión y control de volúmenes y conformaciones del terreno.

En el ámbito de la ingeniería, la implementación de nuevas tecnologías ha transformado la manera en que se planifican, diseñan y gestionan los proyectos de infraestructura. Una de las metodologías más relevantes en este proceso es el Modelamiento de Información para la Construcción o BIM (por sus siglas en inglés) correspondiente a *Building Information Modeling*. Aunque inicialmente fue adoptado en proyectos de edificación, su aplicación se ha expandido con fuerza hacia el sector de la infraestructura vial, donde ofrece importantes ventajas en la eficiencia, coordinación y control de calidad.

En proyectos viales, el BIM no se limita solamente a la representación tridimensional del diseño, sino que permite la integración de información geoespacial, cronogramas, costos y mantenimiento, generando un modelo digital inteligente que abarca todo el ciclo de vida del proyecto. Esta metodología facilita la colaboración entre los distintos actores involucrados como ingenieros, topógrafos, diseñadores, contratistas y entidades públicas, reduciendo errores, optimizando recursos y mejorando la toma de decisiones.

En el contexto de la presente práctica profesional, el objetivo general y objetivos específicos son:

1.1 Objetivo General

Utilizar la herramienta BIM para desarrollar un modelo tridimensional de un proyecto vial mediante la integración de datos obtenidos a través de levantamiento topográfico y fotogramétrico, permitiendo la visualización integral de todos sus elementos y análisis de la infraestructura en estudio.

1.2 Objetivos específicos

- Obtener datos mediante levantamiento topográfico y fotogramétrico de una sección del proyecto para el diseño geométrico de la carretera.
- Procesar los datos obtenidos mediante los softwares Civil 3D, Agisoft y Redtoolbox, los cuales servirán como insumo base en la herramienta BIM.
- Integrar y modelar la información precedente a través del software BIM para desarrollar una representación tridimensional del proyecto vial.
- Generar una representación visual integral del proyecto vial para mejorar la gestión en la toma de decisiones.

2. Descripción de tareas y trabajos realizados

Proyecto Terminación mejoramiento Ruta Q-75, Mulchén- Quilaco, Variante de Quilaco.

El proyecto “Terminación de mejoramiento Ruta Q-75, Variante de Quilaco” corresponde a la terminación de obras no terminadas o defectuosas dejadas por el contrato “Mejoramiento Ruta Q-75, Mulchén-Quilaco”, este proyecto es ejecutado según las especificaciones técnicas del contrato original y se considera la terminación de ítems ejecutados de forma defectuosa y/o sin terminar por el contrato original.

El proyecto busca mejorar la interconexión entre las comunas precordilleranas de la provincia del Biobío y para ello considera la habilitación de una vía alternativa tipo Bypass de acceso a la comuna de Quilaco con una longitud total de 3.430 metros (Figura 1), evitando el flujo de camiones por el centro de la ciudad.

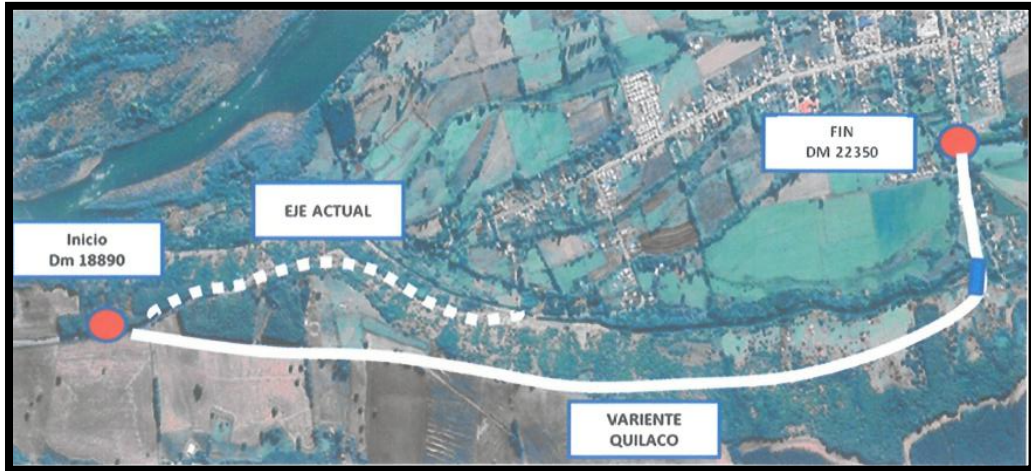


Figura 1. Ubicación del proyecto, Variante de Quilaco

2.1. Levantamiento Topográfico

2.1.1. Verificación de Puntos de Control (PRs): Coordenadas y Cotas.

Previo al inicio de los trabajos de verificación de la red de puntos de referencia (PRs) establecidos y materializados para el proyecto, se procede a su ubicación en terreno, individualización y balizamiento, conforme a su posición indicada en los planos de planta geométrica y el listado de monolitos proporcionado en el informe topográfico elaborado por la empresa de asesoría contratada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Se localizan un total de ocho puntos de referencia del proyecto, varios de ellos distribuidos de manera intercalada. La verificación de coordenadas de estos puntos se lleva a cabo mediante el uso de tecnología GPS.

Desde el punto de vista estructural, los puntos de referencia están contruidos de acuerdo con las especificaciones establecidas en el Manual de Carreteras, Volumen 2 (Ministerio

de Obras Públicas, 2024), específicamente en la Lámina 2.303.402.A (Figura N°2, correspondiente a las características de los Monolitos Principales).

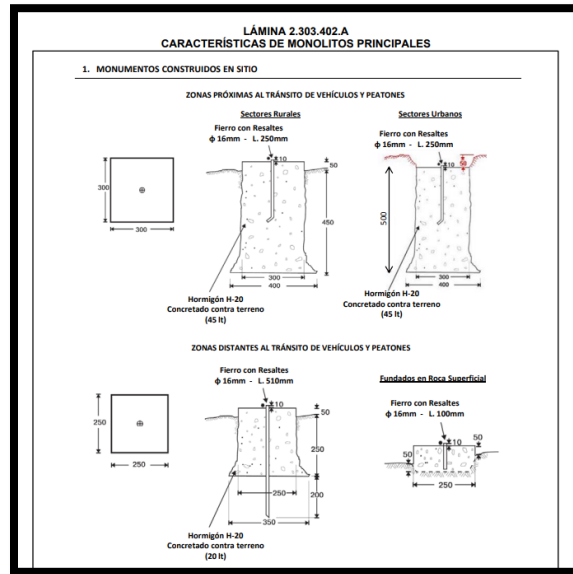


Figura 2. Características Monolitos principales

2.1.2. Verificación Planimétrica de PRs del Proyecto MOP

Con el objetivo de validar las coordenadas Norte y Este de cada PR o monolito, se procede a su mensura utilizando el siguiente instrumental topográfico:

- GPS de doble frecuencia ISURVEY con base fija y Rover.
- Datum: WGS 84
- Huso: 18 Sur
- Meridiano Central: 72°30'
- Modelo geoidal: EGM08 Chile Cont. 1''

Como resultado del proceso, se concluye que los datos de coordenadas entregados por el proyecto son consistentes con los valores medidos en terreno, sin encontrar diferencias

mayores a las tolerancias permitidas por el Manual de Carreteras (Ministerio de Obras Públicas, 2024).

2.1.3. Verificación altimétrica de PRs del proyecto

Con el objetivo de verificar altimétricamente los Puntos de Referencia (PRs) del proyecto, se lleva a cabo un proceso de nivelación geométrica entre estos puntos, aplicando nivelación cerrada de ida y vuelta entre PRs.

Previo al inicio de cada jornada de trabajo, se efectúa un control diario del correcto funcionamiento del nivel topográfico, utilizando el método del punto central y dejando registro de este procedimiento.

Las nivelaciones entre los PRs son realizadas cuidadosamente, registrando las lecturas en libretas de campo para su posterior tabulación en planillas Excel. A partir de estos datos, se calcula el desnivel entre los puntos de referencia y se determina la media del desnivel obtenido en ambas direcciones, garantizando así la precisión y confiabilidad del proceso.

2.1.4. Replanteo y Materialización del Eje Vial según Proyecto MOP

Dado que la red de apoyo planimétrico proporcionada por los puntos de referencia (PRs) del proyecto ha demostrado ser confiable, se procede al replanteo del eje geométrico proyectado para la ruta Q-75.

La materialización de los puntos del eje se efectúa a intervalos regulares de 20 metros, utilizando clavos de 3 pulgadas como marcas físicas. Cada uno de estos clavos fue atestiguado mediante un poncho de cinta plástica de peligro color azul, de aproximadamente 10 cm de longitud; además, se realiza el correspondiente balizaje del

kilometraje mediante tablillas de madera con fondo amarillo y numeración en color negro, las cuales son fijadas en los postes de los cercos que delimitan la faja fiscal de la ruta. En los casos en que no es posible utilizar los postes, se recurre a la instalación de estacas en lugares visibles.

- **Línea de tierra**

Realizada la planificación planialtimétrica de los puntos de referencia (PRs), replanteado el eje geométrico cada 20 m del proyecto vial, se levantan los perfiles transversales a cada Dm (distancia acumulada), en forma directa con el uso de instrumental topográfico.

- **Creación de malla**

Luego del levantamiento topográfico, se crea una superficie TIN (Red irregular triangular), una malla de triángulos que representa el terreno. La triangulación no siempre refleja correctamente la realidad del terreno por errores de conexión, distribución de puntos o ausencia de líneas de quiebres (Breaklines); por ello se debe realizar el arreglo de triángulos para tener una fiel representación del terreno.

2.2. Fotogrametría

La fotogrametría es una técnica que permite obtener información métrica y descriptiva de objetos y superficies terrestres a partir de imágenes fotográficas, generalmente capturadas desde plataformas aéreas como drones o aviones. Esta disciplina se fundamenta en principios de la óptica, la geometría proyectiva y la estereoscopia, permitiendo la reconstrucción tridimensional del terreno y la generación de productos geoespaciales como

ortofotos, modelos digitales del terreno (MDT) y nubes de puntos georreferenciadas (Wolf, Dewitt & Wilkinson, 2014).

En el contexto de las obras viales, la fotogrametría ha adquirido un papel fundamental en las etapas de planificación, diseño, ejecución y control de calidad. Su capacidad para generar información precisa, actualizada y de alta resolución permite optimizar el levantamiento topográfico de corredores viales, realizar estudios de impacto, controlar el movimiento de tierras, monitorear el avance de obra y verificar el cumplimiento del diseño geométrico proyectado.

El uso de drones en combinación con software fotogramétrico especializado ha facilitado la obtención eficiente de datos en zonas extensas o de difícil acceso, reduciendo los tiempos de trabajo en terreno y aumentando la seguridad operativa.

Para esta práctica, se realiza el vuelo fotogramétrico utilizando el dron Phantom 4 RTK (Figura 3) cuyas especificaciones técnicas se aprecian en la Tabla N°1.



Figura 3. Dron DJI Phantom 4 RTK

Conectividad	Alcance máximo 7 Km
Cámara	20 MP
Distancia muestreo en Tierra (GSD)	2.74 cm a 100 m de altitud
Tiempo de vuelo	Máximo 30 minutos aprox.
Sistema de navegación	GPS/BeiDou/GLONASS/Galileo
Altura máxima	120 m

Tabla 1. Características DJI Phantom 4 RTK

El vuelo es ejecutado a 100 metros de altura con un traslape aproximado de 75% y procurando de que cada vuelo se ajustara a la duración de la batería, resultando 320 imágenes. La creación de la ortofoto (Figura 4) es utilizada para monitorear la obra de forma rápida y eficiente, además de verificar el diseño geométrico de la obra vial, creación de un modelo digital de elevación para su posterior utilización en el software BIM como superficie y textura en el modelamiento tridimensional para una mejor representación.



Figura 4. Ortofoto Proyecto de Quilaco

- **REDtoolbox**

Durante el desarrollo del levantamiento fotogramétrico, el software RedToolbox desempeñó un papel fundamental en la etapa de postproceso de los datos GNSS adquiridos por el dron DJI Phantom 4 RTK. Este software permitió realizar el procesamiento PPK (en inglés: *Post-Processed Kinematic*), lo que incrementó de forma significativa la precisión de las coordenadas de las imágenes capturadas durante el vuelo.

El software genera un archivo de salida con coordenadas precisas de cada imagen, exportado para utilizarlo posteriormente en el software Agisoft Metashape.

- **Software Agisoft**

El software Agisoft Metashape fue una herramienta esencial en el procesamiento de los datos fotogramétricos capturados durante el vuelo con dron realizado en la obra vial. Este programa permitió transformar las imágenes georreferenciadas en productos cartográficos de alta precisión, tales como el modelo digital de elevación y ortofotomosaicos.

2.3. Building Information Modeling (BIM)

En el ámbito de la ingeniería civil y construcción de infraestructuras lineales, la visualización tridimensional se ha convertido en una herramienta clave para mejorar la comprensión del proyecto, optimizar la planificación y facilitar la comunicación entre los diferentes actores involucrados. En este contexto, el software Istram ofrece herramientas que permiten generar una representación digital realista y dinámica del desarrollo de una obra lineal.

2.3.1. Software Istram.

El módulo de obra lineal del software Istram dentro del entorno BIM está diseñado para gestionar de manera integral proyectos de infraestructura lineal, como carreteras, ferrocarriles o canales. Este módulo permite modelar, editar y visualizar el trazado en 3D, integrando datos topográficos, secciones tipo, estructuras y fases constructivas. Un proyecto de obra lineal se compone fundamentalmente de ejes, cada uno de estos ejes tendrá una definición de diseño en planta, vertical, transversales y componentes de la sección (Istramonline, 2025).

Para el desarrollo de un proyecto de obra lineal, existen diferentes fases que se pueden visualizar de manera resumida en la figura 5 y en el diagrama (figura 6):

- General: Prediseño y selección de normas por cada eje del proyecto.
- Planta: Diseño Horizontal de los ejes.
- Transversales: configuración de las secciones transversales del terreno.
- Rasantes: Diseño vertical de elementos de los ejes.
- Alzado: Diseño de plataformas, secciones tipo, Obras de drenaje, túneles, conexiones, etc.
- Proyecto: Control y gestión de los archivos de la obra lineal.
- BIM: Control de las entidades 3D y atributos a otros estándares.



Figura 5. Fases obra lineal



Figura 6. Diagrama de flujo módulo obra lineal – Istram

El trabajo dentro del software Istram consiste en configurar parámetros e introducir los datos necesarios para armar el proyecto en las distintas fases y pestañas que ofrece el módulo. Los elementos geométricos fundamentales para el eje vial incluyen el diseño en planta, rasante en perfil longitudinal, secciones transversales y alzado. Para ello se utilizan los datos de los levantamientos, bases del contrato y manual de carreteras (Ministerio de Obras Públicas, 2024).

Para el diseño geométrico del eje vial se realiza lo siguiente:

- Planta: Ingreso del trazado horizontal según el proyecto original, utilizando las coordenadas del eje replanteado en campo.
- Secciones transversales: Se calculan los perfiles transversales con una equidistancia de 20 m con respecto a la malla resultante del levantamiento topográfico.
- Rasante: Se configura el perfil longitudinal del proyecto, considerando las pendientes y cotas establecidas en el diseño del MOP.
- Alzado: Se modelan todos los elementos constructivos presentes en la obra como las capas de firme, señalizaciones verticales y horizontales, defensas camineras, obras de arte y estructuras.

Dando como resultado un dibujo en planta de la obra con todos sus ejes (figura 7).

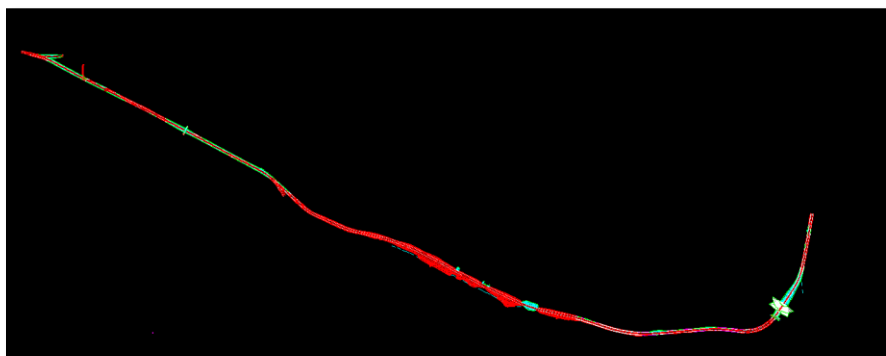


Figura 7. Vista en planta - obra vial

Posterior a la realización del diseño geométrico del proyecto, los pasos a continuación muestran el proceso para llevar el proyecto vial a la representación y visualización en un entorno tridimensional (figura 8):

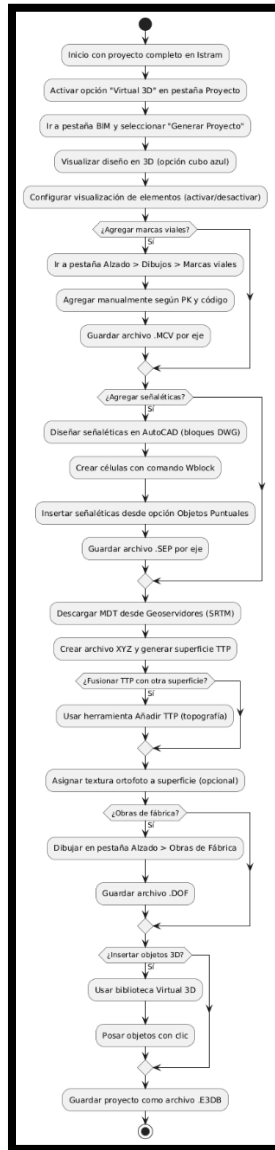


Figura 8. Diagrama modelo BIM en Virtual 3D

Una vez definidos los componentes geométricos del proyecto, se utiliza la funcionalidad “Virtual 3D” de Istram para generar un modelo tridimensional que permite una representación visual realista e interactiva de la obra vial, con el objetivo de analizar la correcta disposición de los elementos creados con anterioridad (figura 9).

Las labores realizadas en esta etapa consisten en:

- La asignación de atributos BIM a los elementos modelados con sus parámetros técnicos y materiales.
- Revisión y análisis del modelo desde distintos enfoques.
- Validación del modelo detectando posibles errores geométricos o interferencias.

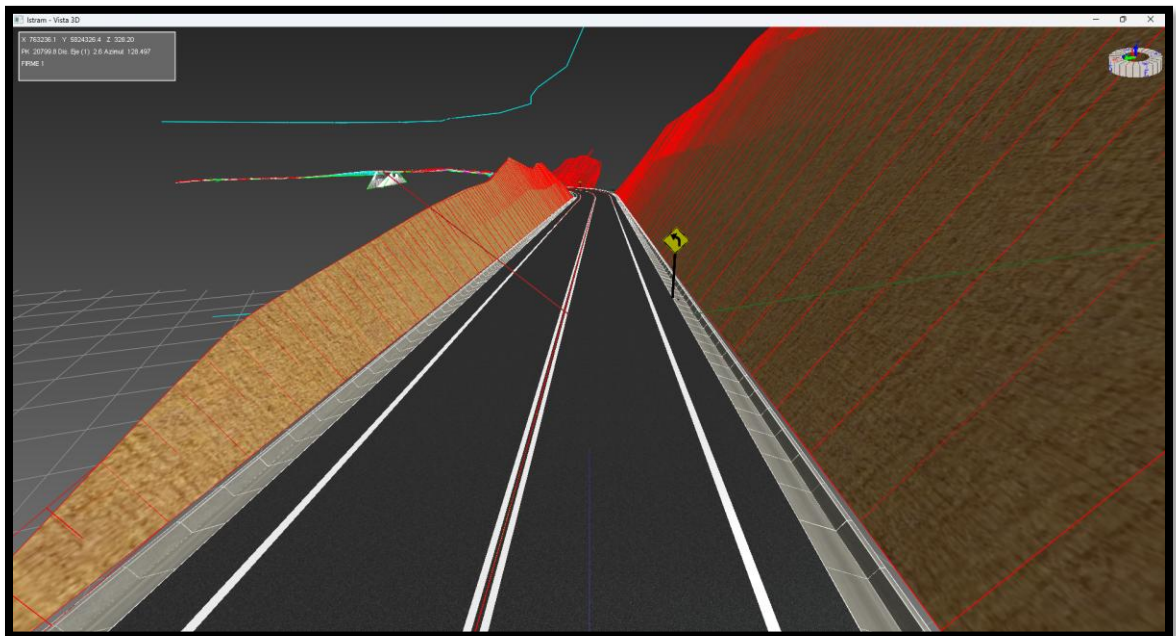


Figura 9. Maqueta virtual de obra - Istram

2.3.2. Twinmotion

Twinmotion es una herramienta de visualización en tiempo real utilizando el motor gráfico Unreal Engine 5 desarrollada por Epic Games, que permite crear presentaciones arquitectónicas inmersivas, fotorrealistas e interactivas a partir de modelos 3D provenientes de plataformas BIM como Revit, Archicad, Sketchup, Istram, entre otras.

Con los pasos detallados en la figura 10, se logra realizar un producto visual sobre la obra vial con todos los elementos involucrados:

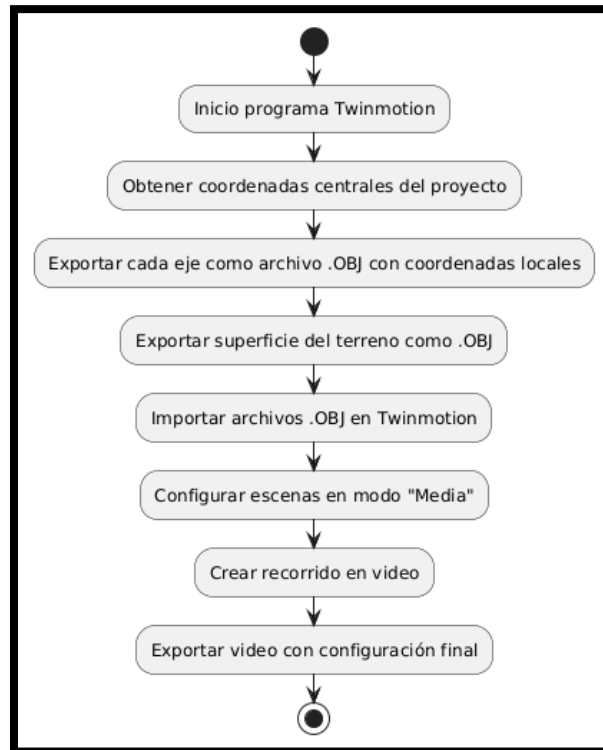


Figura 10. Diagrama software Twinmotion

Para la creación del producto visual del modelo BIM del proyecto se realiza lo siguiente:

- Exportación del modelo 3D desde Istram en formato OBJ, incluyendo la geometría del terreno, la geometría del camino, elementos viales modelados, texturas y materiales designados a cada elemento.
- Configuración del ambiente, vegetación y cámara para una correcta representación.
- Recorridos virtuales a lo largo del eje vial, vistas aéreas y de conductor.

Todo lo anterior resulta en un video de la obra completa (figura 11) que tiene como objetivo la visualización de la obra virtualmente, antes de materializarse en la vida real y así poder mejorar la toma de decisiones y en forma anticipada, además de mostrar el producto final a todos los interesados.

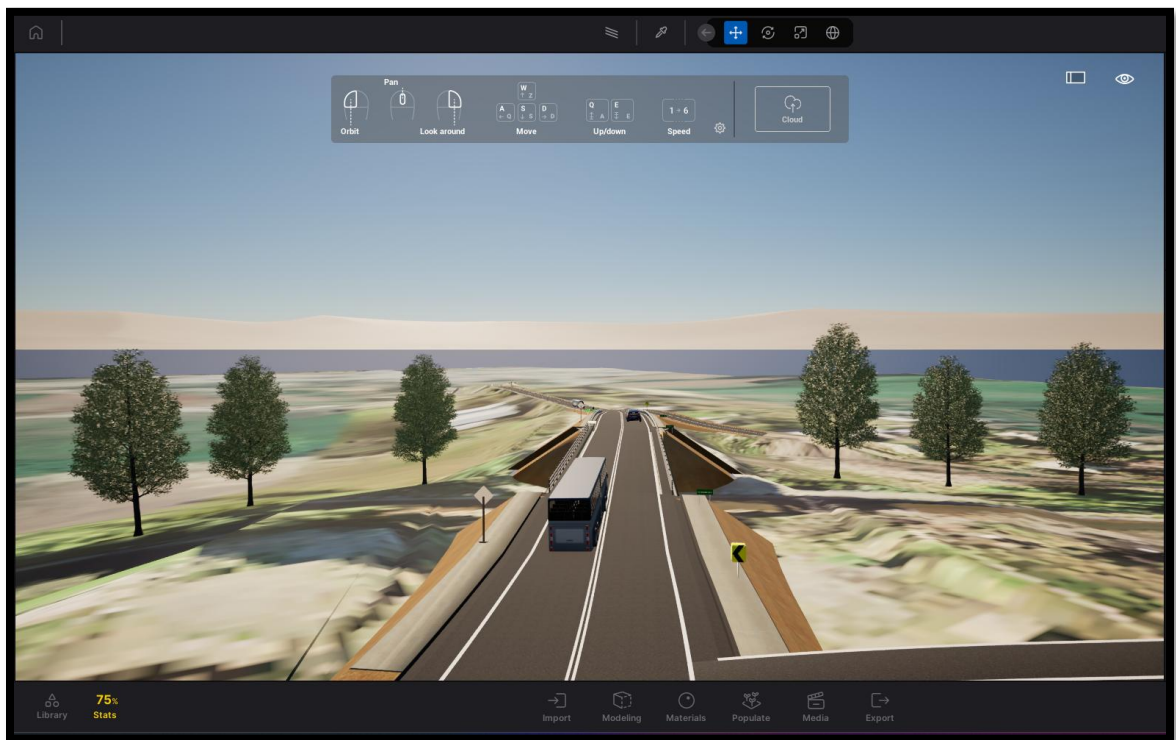


Figura 11. Creación de video - Twinmotion

3. Conclusiones y aprendizajes

Esta práctica profesional permitió aplicar de manera integral los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación como Ingeniero Geomático, enfrentando situaciones reales propias del desarrollo de un proyecto vial. Las actividades ejecutadas, tales como levantamientos topográficos, vuelos fotogramétricos, procesamiento de datos e integración en entorno BIM, otorgan una visión completa y práctica del trabajo geomático en obras viales.

Uno de los principales logros alcanzados fue la integración efectiva de datos topográficos y fotogramétricos en un entorno de modelamiento BIM, lo cual permitió generar una representación tridimensional del proyecto vial. Esta integración no solo favoreció la visualización y el análisis del diseño geométrico, sino que también demostró el potencial del uso combinado de estas tecnologías para optimizar la planificación, coordinación y control de calidad en la ejecución de obras civiles.

La generación de una representación visual integral del proyecto vial, mediante uso de tecnología BIM, facilita la comprensión global de la infraestructura en estudio permitiendo identificar de forma oportuna posibles interferencias o mejoras en el diseño, favoreciendo una toma de decisiones más informada y eficiente.

Además, se destaca la necesidad de mantenerse actualizado frente a nuevas herramientas tecnológicas que contribuyan a un desarrollo más eficiente y sostenible de los proyectos de infraestructura.

4. Referencias

Serviterra. (2021). *Empresa de servicios viales*. <https://www.serviterra.cl/>

Ministerio de Obras Públicas. (2024). *Manual de Carreteras Volumen N° 2: Procedimientos de Estudios Viales*. Dirección de Vialidad, Chile.

Wolf, P. R., Dewitt, B. A., & Wilkinson, B. E. (2014). *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS* (4th ed.). McGraw-Hill Education.

Ministerio de Obras Públicas. (2024). *Antecedentes para la propuesta*. Dirección de Vialidad, Chile.

Istramonline. (2025). *Curso de obra lineal – Istram*.
<https://formacion.istram.net/course/view.php?id=24#section-1>