

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Eficacia en la planificación presupuestal con Software Delphin Express en comparación con herramientas tradicionales de planificación presupuestal,

Proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025

Asesor:

MSc. Maldonado Mendivil, Ángel

Autor:

Saldivar Vargas, Carlos Enrique

Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil

Abancay-Apurímac-Perú

2025

Acta de sustentación



Universidad
Tecnológica de los Andes

Transformando vidas



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 061

En la ciudad de Abancay, a los veinte cinco días del mes de agosto del 2025, siendo las 3:30 pm horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0706-2025- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 19 de agosto del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Dr. Alarcón Camacho, Erick
Dictaminante :	Ing. Gamarra Mota, Rubén
Replicante :	Mag. Loayza Elguera, Rodrigo

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Eficiencia en la planificación presupuestal con el Software Delphin Express en comparación con herramientas tradicionales de planificación presupuestal, proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba - 2025

Desarrollado por las (los) Bachilleres (es):

Br: Saldivar Vargas, Carlos Enrique

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Saldivar Vargas, Carlos Enrique	Aprobado

Siendo las 4:30pm horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Dr. Alarcón Camacho, Erick

Dictaminante: Ing. Gamarra Mota, Rubén

Replicante: Mag. Loayza Elguera, Rodrigo

Abancay 28 de agosto del 2025

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 355

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565
Filial Andahuaylas, Av. Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.
(**) 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.

Reporte de similitud

Carlos_Enrique Saldivar_Vargas_ Saldivar_Vargas_Carlos_Enrique_Ingenieria_Civil (3)

Revisión-tesis-C/D

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::3117:546328209

Fecha de entrega
14 ene 2026, 22:23 GMT-5

Fecha de descarga
14 ene 2026, 22:28 GMT-5

Nombre del archivo
Saldivar_Vargas_Carlos_Enrique_Ingenieria_Civil (3).docx

Tamaño del archivo
2.4 MB

97 páginas

17.182 palabras

104.871 caracteres



Página 2 de 112 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3117:546328209

23% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 19% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Metadatos

Datos del Autor		
Apellidos y nombres	:	Saldivar Vargas, Carlos Enrique
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	47571004
URL ORCID	:	https://orcid.org/0009-0006-4257-2260
Datos del Asesor		
Apellidos y nombres	:	MSc. Maldonado Mendivil Ángel
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	06788424
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0001-9002-1910
Datos de la investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	2024-2025
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	:	23%
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fuerza en los momentos de duda y por iluminar mi camino con esperanza incluso en los días más oscuros. Gracias por darme la vida, por regalarme el don de aprender y por sostenerme cada paso en ese recorrido.

A mi madre, María Lucía Vargas Pichado, con todo mi amor y gratitud. Gracias por tu amor incondicional, por tus sacrificios silenciosos y por enseñarme con tu ejemplo que la perseverancia y el esfuerzo son el camino hacia los sueños. Tu apoyo ha sido mi mayor fortaleza, y sin ti, este logro no hubiera sido posible

Saldivar Vargas, Carlos Enrique

Agradecimientos

Mi agradecimiento a la Universidad Tecnológica de los Andes. A mi asesor ingeniero Ángel Maldonado Mendivil por su consejo y apoyo en todo momento y disposición en la realización de la investigación. Para terminar, pero no menos importante, agradezco a mis familiares, amigos y compañeros que fueron partícipes de la investigación en las diferentes etapas de la ejecución de la investigación.

Saldivar Vargas, Carlos Enrique

Resumen

La presente investigación se desarrolla en el contexto del proyecto de mejoramiento del servicio de transpirabilidad vehicular de la carretera Yanakilca, en el distrito Juan Espinoza Medrano, provincia de Antabamba – Apurímac, donde se identificó como problema central la ineficiencia del proceso de formulación presupuestal y programación de obras mediante métodos tradicionales. El objetivo principal fue evaluar la eficiencia en la planificación presupuestal y temporal comparando herramientas convencionales (Excel, S10, Word, MS Project) frente al uso del software Delphin Express. La metodología aplicada fue cuantitativa, de tipo aplicada, nivel descriptivo-correlacional y diseño no experimental - correlacional transversal. Se utilizó como muestra el expediente técnico elaborado de forma tradicional y el modelo generado con Delphin Express, empleando técnicas de análisis documental e instrumentos como cronogramas, presupuestos y reportes de eficiencia. Los resultados mostraron que el uso de Delphin Express permitió reducir el tiempo de formulación de 24.7 a 13.5 horas (55.67% menos), disminuir los errores técnicos en un 80%, y mejorar significativamente la trazabilidad entre componentes técnicos, económicos y temporales. En conclusión, la herramienta BIM demostró ser más eficiente que el método tradicional, promoviendo la integración de datos, automatización de procesos y mejora de la calidad del expediente técnico. Esta experiencia evidencia la necesidad de modernizar la gestión de proyectos de infraestructura pública en el país.

Palabras Clave: Planificación de obras, delphin express, building information modeling, Eficiencia presupuestal, cronograma presupuestal, gestión pública.

Abstract

This research is developed in the context of the vehicle transit service improvement project on the Yanakilca Highway, in the Juan Espinoza Medrano district, Antabamba-Apurímac province, where the central problem identified was the inefficiency of the budget formulation and works scheduling process using traditional methods. The main objective was to evaluate the efficiency of budget and time planning by comparing conventional tools (Excel, S10, Word, MS Project) with the use of Delphin Express software. The methodology applied was quantitative, applied, descriptive-correlational level and non-experimental - cross-correlational design. The technical file prepared in a traditional way and the model generated with Delphin Express were used as samples, employing documentary analysis techniques and instruments such as schedules, budgets and efficiency reports. The results showed that the use of Delphin Express reduced formulation time from 24.7 to 13.5 hours (55.67% less), reduced technical errors by 80%, and significantly improved traceability between technical, financial, and time components. In conclusion, the BIM tool proved to be more efficient than the traditional method, promoting data integration, process automation, and improved technical file quality. This experience highlights the need to modernize public infrastructure project management in the country.

Keywords: Construction planning, delphin express, building information modeling, budget efficiency, budget schedule, public management.

Índice general

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice general	ix
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xii
Índice de Anexos	xiv
I. Introducción	15
II. Planteamiento del problema	16
2.1 Descripción y formulación del problema	16
2.2 Objetivos	17
2.2.1 Objetivo general	17
2.2.2 Objetivos específicos	17
2.3 Justificación e importancia.....	18
2.4 Hipótesis	20
2.5 Variables	20
III. Marco teórico	22
3.1 Antecedentes	22
3.2 Bases teóricas.....	28
3.3 Definición de términos	29
IV. Metodología	33
4.1 Tipo y nivel de investigación	33

4.2	Ámbito temporal y espacial.....	35
4.3	Población y muestra.....	35
4.4	Instrumentos.....	36
4.5	Procedimientos.....	36
4.6	Análisis de datos	37
4.7	Consideraciones éticas	37
V.	Resultados y discusión.....	38
VI.	Conclusiones.....	67
VII.	Recomendaciones.....	69
VIII.	Referencias	70
IX.	Anexos	75

Índice de Tablas

Tabla 1	Operacionalización de variables	21
Tabla 2	Metas físicas del proyecto	39

Índice de Figuras

Figura 1	Estructura del presupuesto según expediente técnico aprobado	42
Figura 2	Estructura de la planilla de metrados - método tradicional	44
Figura 3	Estructura de la planilla de metrados sustento - método tradicional.....	45
Figura 4	Estructura del presupuesto – método tradicional	46
Figura 5	Estructura del análisis de precios unitarios – método tradicional	46
Figura 6	Estructura de la programación – método tradicional	47
Figura 7	Estructura del diagrama de redes – método tradicional	48
Figura 8	Estructura de las especificaciones técnicas – método tradicional	48
Figura 9	Estructura de la demanda de tiempo en la formulación según el método tradicional	50
Figura 10	Estructura del presupuesto en Delphin Express	52
Figura 11	Estructura del análisis de costos unitarios en Delphin Express.....	53
Figura 12	Estructura de la lista de insumos en Delphin Express.....	53
Figura 13	Estructura las especificaciones técnicas en Delphin Express	54
Figura 14	Estructura final del presupuesto en Delphin Express	55
Figura 15	Estructura de la programación de obra en Delphin Express	56
Figura 16	Estructura del calendario valorizado en Delphin Express	57
Figura 17	Estructura del cronograma de adquisiciones en Delphin Express.....	58
Figura 18	Estructura del diagrama de redes en Delphin Express	59
Figura 19	Estructura de la demanda de tiempo en la formulación con el uso del Delphin Express	62
Figura 20	Diagrama de flujo de la elaboración de costos y programación en Delphin Express	63
Figura 21	Diagrama de flujo de la elaboración de costos y programación método tradicional	63
Figura 22	Estructura de la planilla de metrados - método tradicional	78
Figura 23	Estructura del presupuesto – método tradicional	79

Figura 24	Estructura del presupuesto – método tradicional	79
Figura 25	Estructura de la programación – método tradicional	80
Figura 26	Estructura de las especificaciones técnicas – método tradicional	80
Figura 27	Estructura del presupuesto en Delphin Express	81
Figura 28	Estructura del análisis de costos unitarios en Delphin Express.....	82
Figura 29	Estructura de la lista de insumos en Delphin Express.....	83
Figura 30	Estructura las especificaciones técnicas en Delphin Express	84
Figura 31	Estructura final del presupuesto en Delphin Express	85
Figura 32	Estructura de la programación de obra en Delphin Express	86
Figura 33	Estructura del calendario valorizado en Delphin Express	87
Figura 34	Estructura del cronograma de adquisiciones en Delphin Express.....	88
Figura 35	Estructura del diagrama de redes en Delphin Express	88
Figura 36	Análisis de datos en gabinete.	89

Índice de Anexos

Anexo 1	Matriz de Consistencia	76
Anexo 2	Matriz de operacionalización de variables	77
Anexo 3	Análisis de datos en gabinete del método tradicional.....	78
Anexo 4	Análisis de datos en gabinete del software Delphin Express.	81

I. Introducción

El presente capítulo tiene como propósito presentar de manera estructurada los resultados obtenidos durante el análisis, la implementación y la evaluación de la planificación presupuestal del proyecto de mejoramiento de la carretera Yanakilca. La investigación se fundamenta en una comparación técnica y operativa entre dos metodologías de formulación presupuestal: el enfoque tradicional, caracterizado por procesos fragmentados y herramientas no integradas (como Excel, S10, MS Project y Word), y el enfoque innovador basado en la aplicación del software Delphin Express, desarrollado bajo los principios del Building Information Modeling (BIM).

Este capítulo responde a los tres objetivos específicos de la investigación. En primer lugar, se realiza un análisis crítico del método convencional de elaboración presupuestal, destacando su limitada trazabilidad, su susceptibilidad a errores humanos y su bajo nivel de integración entre las fases del proyecto. En segundo lugar, se describe la implementación de Delphin Express como una herramienta tecnológica que integra componentes técnicos, económicos y temporales de manera automatizada, reduciendo tiempos de formulación y mejorando la precisión del presupuesto. Finalmente, se lleva a cabo una evaluación comparativa de la eficiencia alcanzada por ambos enfoques, mediante indicadores técnicos y económicos reconocidos por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y alineados con metodologías internacionales de gestión de proyectos.

La incorporación de tecnologías digitales como el BIM en la gestión de proyectos de inversión pública representa una tendencia creciente en la administración moderna, orientada a optimizar el uso de recursos públicos, reducir la burocracia técnica y fortalecer la transparencia en la formulación de expedientes técnicos. Los resultados obtenidos en esta investigación permiten demostrar no solo la viabilidad técnica del uso de Delphin Express, sino también su potencial para convertirse en un estándar en la planificación de proyectos de infraestructura en el ámbito regional y nacional.

II. Planteamiento del problema

2.1 Descripción y formulación del problema

A nivel internacional, la implementación de metodologías integradas como el Building Information Modeling (BIM) ha demostrado mejoras sustanciales en la eficiencia de los proyectos. Según un informe del McKinsey Global Institute (2017), el uso de tecnologías digitales como BIM puede reducir los costos del proyecto hasta en un 20% y acelerar los cronogramas en un 30%, gracias a la automatización, trazabilidad de datos y gestión integrada de recursos (McKinsey & Company, 2017). Estas cifras respaldan el potencial transformador que las herramientas basadas en BIM, como Delphin Express, pueden tener sobre la planificación de proyectos en contextos complejos como los andinos.

En el ámbito nacional, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) ha impulsado la adopción de enfoques digitales en la formulación y evaluación de proyectos, publicando en 2022 la Guía metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública con enfoque BIM, donde se reconoce que uno de los principales problemas de los métodos tradicionales es la falta de integración entre componentes técnicos, económicos y temporales, lo que incrementa la posibilidad de errores y retrabajos (MEF, 2022). Esta guía plantea que las herramientas digitales permiten no solo mejorar la calidad técnica de los expedientes, sino también asegurar un uso más eficiente del presupuesto público.

A nivel local, el proyecto de la carretera Yanakilca, en el distrito de Juan Espinoza Medrano, representa una intervención crucial para mejorar la conectividad entre comunidades rurales y centros de comercio. No obstante, se identificaron múltiples limitaciones durante la etapa de formulación presupuestal bajo métodos convencionales. Por ejemplo, la fragmentación de herramientas (Excel, S10, MS Project, Word) provocó inconsistencias en el flujo de información, aumentando el tiempo de elaboración del expediente técnico en un 35%, y elevando el margen de error en estimaciones de costos hasta en un 20%, según los registros preliminares del equipo técnico del proyecto.

Formulación del problema de investigación

2.1.1 Problema general

¿En qué medida influye el Software Delphin Express en la Eficacia en la planificación presupuestal en comparación con herramientas tradicionales de planificación presupuestal en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025?

2.1.2 Problemas específicos

a) ¿Cuáles son las deficiencias de las herramientas tradicionales de planificación presupuestal, en la formulación de especificaciones técnicas, presupuesto y programación de obra en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025?

b) ¿Cómo contribuye el software Delphin Express en la formulación de especificaciones técnicas, presupuesto y programación de obra en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025?

c) ¿Qué nivel de eficiencia técnica y económica se logra en la planificación del proyecto al comparar el Software Delphin Express y las herramientas tradicionales de planificación presupuestal en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general

Determinar en qué medida es eficaz la planificación presupuestal con Software Delphin Express en comparación con herramientas tradicionales de planificación presupuestal, en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025.

2.2.2 Objetivos específicos

a) Analizar deficiencias que presenta las herramientas tradicionales de planificación presupuestal, en la elaboración de especificaciones técnicas presupuesto y programación

de obra en la planificación presupuestal del proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025.

b) Analizar la contribución del software Delphin Express en la elaboración de las especificaciones técnicas, presupuesto y programación de obra en la planificación presupuestal del proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025.

c) Comparar la eficiencia técnica y económica alcanzado en la planificación presupuestal del proyecto al contrastar los resultados obtenidos con Software Delphin Express y las herramientas tradicionales de planificación presupuestal en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025.

2.3 Justificación e importancia

2.3.1 Justificación

La presente investigación responde a una necesidad real de optimizar la planificación y formulación de presupuestos en proyectos viales en zonas altoandinas, donde las condiciones geográficas, climáticas y presupuestales suelen limitar la eficiencia de la gestión pública. En ese sentido, esta tesis permite analizar la viabilidad y el impacto del uso del software Delphin Express, una herramienta desarrollada bajo la metodología BIM, que permite automatizar procesos técnicos, reducir los tiempos de formulación y minimizar errores. La aplicación práctica de esta tecnología en la obra de mejoramiento de la carretera Yanakilca proporciona una experiencia replicable en otros contextos similares del país, beneficiando a ingenieros, planificadores y gestores de obra pública.

Este estudio tiene un valor social significativo, ya que contribuye indirectamente a mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales del distrito de Juan Espinoza Medrano. Al lograr una mejor planificación y ejecución de la carretera, se garantiza una transitabilidad más eficiente, segura y continua, lo cual facilita el acceso a mercados, centros de salud, educación y servicios esenciales. Asimismo, una mejor infraestructura vial genera oportunidades de integración regional y dinamización económica local, favoreciendo la inclusión y desarrollo de comunidades tradicionalmente aisladas.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación aporta al cuerpo de conocimiento existente sobre la eficiencia en la planificación de proyectos de inversión pública. Particularmente, amplía la discusión sobre las limitaciones del enfoque tradicional frente a las ventajas operativas de las herramientas basadas en BIM, como Delphin Express, en la formulación técnica y económica de proyectos. Además, consolida la base teórica sobre la aplicabilidad de metodologías digitales en la gestión pública y su relación con la calidad del gasto en infraestructura vial.

Metodológicamente, esta investigación representa una propuesta innovadora al comparar empíricamente dos enfoques distintos de planificación: el convencional y el digital. Utiliza indicadores técnicos y económicos alineados a la normativa nacional (MEF), así como criterios validados internacionalmente, para evaluar objetivamente la eficiencia de ambos métodos. La elección de un caso real (la carretera Yanakilca) permite validar la metodología en un entorno concreto y medir el impacto real de la innovación tecnológica aplicada al planeamiento civil.

2.3.2 Importancia

Esta investigación es de vital importancia porque aborda un aspecto crítico en la gestión de infraestructura pública: la calidad de la planificación presupuestal y temporal. En el contexto de inversión pública descentralizada, donde los recursos son limitados y las demandas crecientes, la eficiencia en la formulación de proyectos se convierte en una prioridad estratégica. Este estudio permite demostrar cómo una herramienta como Delphin Express, que integra datos técnicos, económicos y de programación, puede representar una solución viable para reducir errores, mejorar la trazabilidad de la información y optimizar los tiempos de ejecución. Por tanto, su aplicación no solo es técnica, sino también estratégica para los gobiernos locales y regionales que buscan modernizar sus procesos con base en evidencias y resultados medibles.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El uso del software Delphin Express mejora significativamente la eficacia de la planificación presupuestal en comparación con las herramientas tradicionales de planificación presupuestal en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025.

2.4.2 Hipótesis específicas

a) Las herramientas tradicionales de planificación presupuestal presenta deficiencias significativas en la elaboración de las especificaciones técnicas, presupuesto y programación de obra en la planificación presupuestal del proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025.

b) El software Delphin Express contribuye eficazmente en la elaboración de las especificaciones técnicas, presupuesto y programación presupuestal del proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025.

c) El nivel de eficiencia técnica y económica es mayor en la planificación del proyecto cuando se usa el software Delphin Express en comparación con las herramientas tradicionales de planificación presupuestal en el proyecto Yanakilca, Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025

2.5 Variables

VARIABLE DEPENDIENTE:

VD: Eficacia en la planificación presupuestal.

VARIABLE INDEPENDIENTE:

VD1: Herramientas tradicionales de planificación presupuestal

VD2: Software Delphin Express

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
Variable D: Eficacia en la planificación presupuestal	Es el grado en que el proceso de planificación logra cumplir metas técnicas, temporales y financieras con eficiencia. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), la planificación eficaz mejora la previsibilidad del proyecto, disminuye riesgos y permite un uso eficiente de los recursos.	Medición del tiempo total empleado para la formulación, número de errores técnicos encontrados y grado de integración entre metrados, presupuesto, cronograma y especificaciones técnicas.	<ul style="list-style-type: none"> •Desempeño presupuestal •Planificación •Tiempo del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> •Utilidades, Costo total del proyecto. •Tiempo de elaboración de cronogramas. •Optimización de recursos. •Variación entre Expediente Técnico y Modelo Delphin Express. 	<ul style="list-style-type: none"> •Razón •Razón •Ordinal •Razón 	<ul style="list-style-type: none"> •Informe de análisis de costos, Matriz de eficiencia de recursos y utilidades •Cronogramas, Control de tiempos en línea base y cronograma optimizado •Comparación entre ambos modelos.
Variable I: Software Delphin Express	Es una plataforma BIM desarrollada en Perú para integrar presupuestos, cronogramas y especificaciones técnicas de forma automatizada. Permite trazabilidad, control y reducción de errores en la planificación de obras públicas (Delphin Technology, 2022).	Aplicación del software Delphin Express en la planificación presupuestal del proyecto Yanakilca y comparación con resultados del método tradicional.	<ul style="list-style-type: none"> •Detección de interferencias incompatibilidades entre especialidades, automatización, Trazabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> •Integración BIM, especificaciones técnicas, metrados, presupuesto, programación de obra 	<ul style="list-style-type: none"> •Razón 	<ul style="list-style-type: none"> •Software de Delphin Express
Herramientas tradicionales de planificación presupuestal	Conjunto de programas no integrados (Excel, S10, MS Project, Word) usados para presupuestos y cronogramas. Su uso fragmentado genera errores y reprocesos en los proyectos (MEF, 2022).	Aplicación del método tradicional con herramientas no integradas en el mismo proyecto para contrastar tiempos, errores y coherencia documental.	<ul style="list-style-type: none"> •Recolección y revisión de información del expediente técnico. 	<ul style="list-style-type: none"> •Especificaciones técnicas •Metrados de actividades •Presupuesto •Cronograma de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> •Razón •Razón •Razón •Razón 	<ul style="list-style-type: none"> •Fichas técnicas del expediente, hojas de cálculo •Software Excel, S10, Word, MS Project

Nota. En la tabla se muestra la identificación de las variables con sus conceptos, indicadores, dimensiones y el instrumento a usar para determinar dichas variables.

III. Marco teórico

3.1 Antecedentes

Das et al. (2025) en su artículo “El impacto de BIM en el tiempo y el coste del proyecto, perspectivas extraídas de casos de estudios”, cuyo objetivo fue explorar el impacto de la implementación de Building Information Modeling (BIM) en el tiempo y costo de proyectos de construcción mediante el análisis de estudios de caso, aplicaron una metodología cualitativa basada en entrevistas a 54 profesionales del sector y análisis de cronogramas y modelos BIM en proyectos reales, resultando que la adopción de BIM permitió reducir en promedio un 20% los plazos de obra, un 15% los costos generales, y un 30% los errores de diseño, concluyendo que BIM contribuye significativamente a mejorar la eficiencia operativa, la coordinación interdisciplinaria y la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura pública.

Haider et al. (2020) en su artículo “Cost Comparison of a Building Project by Manual and BIM”, cuyo objetivo fue comparar el costo estimado de un proyecto de edificación usando métodos tradicionales frente a BIM, aplicaron una metodología de estimación paralela empleando Excel y Revit. Como resultado, BIM permitió identificar un 4.8% más de precisión en cantidades y mayor control sobre sub rubros y metrados que el método convencional. Se concluye que los entornos de modelado BIM facilitan el control presupuestal detallado desde etapas preliminares, reduciendo errores de cálculo y omisiones en el expediente técnico.

Castañeda et al. (2024) en su artículo titulado “Usos del modelado de información de construcción y tecnologías complementarias en proyectos viales: una revisión sistemática” publicado en la revista Buildings, llevaron a cabo una revisión sistemática de 134 documentos para identificar el uso de BIM en proyectos de infraestructura vial. En esta investigación, el objetivo fue determinar los usos principales de BIM y las tecnologías complementarias en proyectos viales. La metodología consistió en cinco etapas: Formulación de preguntas, búsqueda documental, selección, recolección y análisis. Como resultado, se identificaron 39 usos de BIM agrupados en nueve categorías, siendo

los más frecuentes: modelado 3D de condiciones existentes (49%), cuantificación y estimación de costos (32%) y diseño geométrico (25%). Además, se reportaron 26 tecnologías complementarias, donde los sistemas de información geográfica (GIS), escaneo láser y drones fueron las más relevantes. Se concluye que el uso del BIM ha evolucionado desde aplicaciones convencionales hacia enfoques más integrados, destacando su impacto en la planificación, optimización de costos y análisis ambiental, lo que refuerza su utilidad para afrontar los desafíos técnicos y económicos de proyectos de carretera.

Moreno et al. (2020) desarrollaron una investigación titulada “New Perspectives for BIM Usage in Transportation Infrastructure Projects”, en la cual analizaron el uso del modelado de información de construcción (BIM) en obras lineales como carreteras y puentes. El estudio incluyó cuatro casos de aplicación práctica de BIM en infraestructura, donde se integraron herramientas como Autodesk Revit, Civil 3D, Dynamo y SketchUp, evidenciando una reducción de errores en la planificación, mejora en la toma de decisiones y facilidad para explorar múltiples alternativas de diseño. Uno de los resultados más destacados fue que el uso de modelos BIM permitió disminuir los conflictos de diseño y facilitar el mantenimiento futuro mediante bases de datos enlazadas al modelo. Además, señalaron que España posee más de 100,000 puentes, de los cuales sólo el 6.5% no presentan anomalías, lo que representa un reto considerable para el mantenimiento, estimando un costo de 12,000 millones de euros en nuevas construcciones. Estos hallazgos respaldan la eficiencia de BIM en proyectos viales frente a métodos tradicionales como CAD o Excel.

Zhao et al. (2019) en su artículo científico titulado “Highway Alignment Optimization: An Integrated BIM and GIS Approach”, desarrollaron un modelo automatizado que integra tecnologías BIM y GIS con algoritmos genéticos (GA) para optimizar la alineación de carreteras en la provincia de Guizhou. El objetivo fue reducir costos totales considerando factores como corte, relleno, penalizaciones ambientales, expropiación y uso del pavimento. La metodología fue de tipo aplicada, con enfoque

cuantitativo y diseño experimental comparativo entre tres alternativas de alineación. Como resultados, la alternativa 3 obtuvo un costo total de CNY 14.96 mil millones, con una longitud de 282.9 km, impactando 909.53 ha de tierras agrícolas, 444.9 ha de bosques y 58.55 ha de parques. Este alineamiento logró minimizar los costos de corte (6.69 millones m³) y relleno (5.66 millones m³), y evitar impactos en zonas históricas. Se concluye que el modelo integrado BIM-GIS mejora la toma de decisiones en la etapa de planificación, reduce riesgos geotécnicos y ambientales, y permite obtener diseños de carreteras más eficientes en costo y sostenibilidad.

Castañeda et al. (2025) en su investigación titulada “BIM Uses for Mitigating Deficiencies in Road Scheduling Planning”, plantearon como objetivo analizar la influencia de los usos del BIM en la mitigación de deficiencias en la programación de obras viales. La metodología fue de tipo aplicada, con enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), basada en encuestas, entrevistas y análisis de matrices de impacto cruzado, utilizando una muestra de 30 profesionales con experiencia en infraestructura vial. Se evaluaron siete usos del BIM frente a siete categorías de deficiencias, encontrándose que los usos más influyentes fueron la Planificación 4D (X=4.5), el Plan de Gestión del Tráfico (X=4.4) y la Estimación del Cronograma (X=4.4), principalmente sobre deficiencias en planificación de alcance y programación, estimación de recursos y planificación del tráfico. Se concluye que el uso de BIM reduce errores en la estructuración del cronograma, mejora la coordinación entre actores y permite simulaciones que anticipan conflictos, logrando mayor eficiencia y precisión en proyectos viales complejos.

Rivero (2021) en su tesis titulada “Aplicación de la metodología BIM para el análisis de metrados y presupuesto en la carretera Chiquián – Huallanca – sector Cuncush – Huancapampa, Áncash”, planteó como objetivo aplicar la metodología BIM en la elaboración de metrados y presupuesto de un proyecto vial con el fin de comparar su eficiencia respecto al método tradicional. La metodología de la investigación fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental, considerando como muestra el tramo vial de 7.5 km entre Cuncush y Huancapampa. Se utilizó Autodesk Civil 3D para

modelar el eje y plataforma vial, y Revit para estructurar el modelo BIM con componentes paramétricos. Los resultados evidenciaron que el uso de BIM permitió reducir el tiempo de elaboración de metrados en un 53 % (de 28 días a 13 días), y el margen de error en la estimación presupuestal en un 30 %. Además, se logró mejorar la precisión en la identificación de volúmenes de corte y relleno con una diferencia de apenas $\pm 2\%$ respecto al cálculo real. Se concluye que la metodología BIM mejora significativamente la eficiencia técnica y el control de costos en proyectos de carreteras, facilitando la toma de decisiones con modelos más visuales y precisos.

Chino (2023), en su investigación titulada “Eficiencia del software Delphin Express BIM 2019 para la elaboración de costos y presupuestos de proyectos civiles en el Perú”, tuvo como objetivo analizar la eficiencia del software en comparación con S10, evaluando tiempos y desempeño en la elaboración de presupuestos. La metodología fue de tipo descriptiva y no experimental, aplicándose sobre un expediente técnico del distrito de Ayaviri (Melgar, Puno). El estudio evidenció que Delphin Express BIM 2019 permitió completar todo el proceso en 4 h 50 min 33 s, mientras que con S10 el tiempo ascendió a 7 h 4 min 54 s, reduciendo en un 31 % el tiempo total. Además, alcanzó una puntuación perfecta en todos los criterios de eficiencia evaluados (100/100), a diferencia del S10 (80/100). En conclusión, el software evaluado demostró mayor velocidad, integración de procesos y facilidad de uso incluso para usuarios no expertos, siendo más eficiente y económico para proyectos civiles en Perú.

Chávez (2022) en su tesis titulada “Modelo BIM para la planeación de la obra del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga – San Martín, 2022”, tuvo como objetivo implementar un modelo BIM que optimice la planeación constructiva del puente vehicular. La metodología de la investigación fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, con diseño descriptivo y nivel explicativo, utilizando como caso de estudio el proyecto del puente de 200 metros de longitud, ubicado en el distrito de Juanjuí. El modelado 3D fue desarrollado en Autodesk Revit, y se utilizó Navisworks Manage para la simulación 4D y coordinación de obra. Los resultados demostraron que el uso de BIM permitió reducir el tiempo de

detección de interferencias en un 65 %, mejoró la planificación de actividades mediante simulaciones temporales, y redujo errores en metrados hasta en un 40 %. En conclusión, la metodología BIM fortaleció la gestión técnica de la obra, permitiendo un control más eficiente en tiempo y recursos durante la fase de planificación de infraestructura compleja como lo es un puente vial.

Rivero (2021) en su tesis titulada “Implementación de herramientas BIM para la gestión de proyectos de infraestructura vial a nivel de apertura de trocha carrozable”, tuvo como objetivo aplicar herramientas BIM para mejorar la planificación y control de proyectos de apertura vial, en comparación con métodos tradicionales. La investigación fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y nivel explicativo. Se tomó como caso de estudio un tramo de trocha carrozable de 5.25 km en el distrito de Shatoja, San Martín. Se utilizaron Autodesk Civil 3D, Revit y Navisworks Manage para modelado, metrados, programación 4D y detección de interferencias. Los resultados demostraron que el uso de BIM permitió reducir el tiempo de elaboración de metrados de 12 a 5 días (58.3 %), identificar 3 interferencias críticas no detectadas con el método tradicional y reducir errores en el cronograma de ejecución hasta en un 35 %. En conclusión, la implementación de herramientas BIM mejoró la eficiencia técnica y operativa del proyecto, optimizando recursos y mejorando la toma de decisiones desde la etapa de preinversión.

Caller y Gorgeña (2024) en su tesis “Análisis comparativo del proyecto de mejoramiento de las vías vehiculares y peatonales en la calle y jirón Santiago en la AV. Manahuañoncca I etapa, distrito de Santiago – Cusco – Cusco, con la aplicación del BIM”, plantearon como objetivo realizar un análisis comparativo entre la metodología tradicional y el enfoque BIM en la formulación de proyectos de infraestructura vial urbana. La metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño comparativo, utilizando softwares como Civil 3D, Revit, Navisworks, Infracore y Delphin Express. Como caso de estudio se evaluó un área de intervención de 4,398.20 m², con un presupuesto total de S/. 2,013,450.83. Los resultados evidenciaron que la aplicación del BIM permitió una mayor

precisión en metrados, la detección de cinco interferencias no advertidas por el método tradicional y una reducción en el margen de error del presupuesto. Se concluye que el uso de herramientas BIM optimiza significativamente la formulación, coordinación técnica y eficiencia de recursos en proyectos de mejoramiento vial urbano, respecto a los métodos convencionales.

Pillaca y Saavedra (2022) en su tesis titulada “Aplicación de la metodología BIM para la optimización del diseño geométrico de la vía Evitamiento de Abancay – Apurímac, 2022”, plantearon como objetivo demostrar que la aplicación de la metodología BIM optimiza el diseño geométrico de dicha vía. La metodología de la investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño transversal descriptivo, tomando como muestra un tramo de 8 km de la vía Evitamiento. El modelado se realizó con el software ISTRAM® BIM, resultando un presupuesto con el método tradicional de S/. 7,164,095.88 y con BIM de S/. 7,661,235.42, lo que representa un incremento del 6.94 % (S/. 497,139.54). Se concluye que la metodología BIM influye en la optimización técnica y presupuestal del diseño geométrico de la vía de estudio.

Carbajal y Paucarmayta (2024) en su tesis “Evaluación con la metodología BIM de proyectos de infraestructura educativa del nivel primario ejecutados por administración directa en la provincia de Grau, región Apurímac en el periodo 2019 - 2021”, donde el objetivo fue analizar cuatro casos aplicando la metodología BIM con herramientas como Revit, Dynamo y Delphin Express. La metodología fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo. Los resultados mostraron que con BIM se logró automatizar el modelado del encofrado, obtener metrados más precisos y detectar interferencias entre especialidades. Se concluyó que BIM, en conjunto con Delphin Express, permitió una mejora sustancial en la eficiencia de tiempo, reducción de errores y precisión presupuestal en obras de infraestructura pública en Grau – Apurímac.

Marca (2022) en su tesis titulada “Influencia de la metodología Building Information Modeling en la formulación del Expediente Técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac – Abancay, 2021”, tuvo como objetivo

analizar cómo influye el uso de la metodología BIM en la elaboración de expedientes técnicos en edificaciones públicas. La metodología fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental transeccional, donde se desarrolló un modelo BIM bajo los lineamientos de la norma ISO 19650. Como resultados, se identificaron 51 interferencias en la etapa de construcción del modelo, el 61.5 % de 1,187 partidas presupuestarias fueron modificadas, y el costo total del proyecto incrementó en S/. 86,746.52, equivalente al 2.15 % del presupuesto original. Asimismo, el plazo de ejecución se redujo en 52 días en comparación con el expediente técnico elaborado por métodos tradicionales. Se concluye que la metodología BIM mejora significativamente la calidad del expediente técnico, optimiza tiempos de ejecución y reduce interferencias y errores de diseño.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Herramientas tradicionales de planificación presupuestal

Los métodos tradicionales de planificación en proyectos de construcción se basan en el uso de herramientas ofimáticas (como Excel y Word) y software especializado como S10 y MS Project. Estos métodos implican procesos secuenciales y separados entre disciplinas, donde los planos, metrados, presupuestos y cronogramas se desarrollan de manera independiente. Aunque han sido ampliamente utilizados durante décadas, presentan limitaciones significativas en la detección anticipada de interferencias, integración de datos y visualización del proyecto. Su eficiencia depende en gran medida de la experiencia del usuario y de una correcta supervisión manual (Instituto de la Construcción y Gerencia [ICG], 2021).

3.2.2 Software Delphin Express

Delphin Express es un software peruano orientado a la elaboración de presupuestos, análisis de precios unitarios y programación de obra con enfoque BIM. Permite integrar modelos 3D con cuantificación automática, valorizaciones y cronogramas vinculados, facilitando la visualización y control del avance de obra, además se vincula a las especificaciones técnicas de acuerdo al presupuesto (Delphin Express, s.f.).

3.2.3 Eficacia en la planificación presupuestal

La eficacia de planificación presupuestal en proyectos de construcción se refiere a la capacidad de gestionar adecuadamente los recursos financieros y los plazos establecidos para alcanzar los objetivos del proyecto con el menor uso posible de recursos y tiempo. En cuanto a la eficacia presupuestal, se busca que los costos estimados coincidan con los costos reales, evitando sobrecostos mediante una adecuada previsión y control. La eficacia temporal implica que las actividades planificadas se ejecuten según el cronograma, minimizando los retrasos y maximizando la productividad. La implementación de metodologías modernas como BIM permite mejorar significativamente ambos tipos de eficacias, al integrar cronogramas y presupuestos con el modelo del proyecto, permitiendo simulaciones y actualizaciones en tiempo real (Cámara Peruana de la Construcción, 2022).

3.3 Definición de términos

Metrado: El metrado es el proceso técnico mediante el cual se cuantifican las cantidades físicas de cada una de las partidas de un proyecto de construcción. Este procedimiento se realiza a partir de la lectura de planos, especificaciones técnicas y normativas, calculando áreas, longitudes y volúmenes necesarios para estimar costos, programar y ejecutar la obra. Es la base para elaborar presupuestos, análisis de precios unitarios y cronogramas (Cemento Andino, s.f.).

Excel para metrados: Microsoft Excel es una herramienta fundamental para realizar metrados en proyectos de construcción debido a su capacidad para generar tablas, aplicar fórmulas automáticas y organizar grandes volúmenes de datos. Permite estructurar las partidas y subpartidas, calcular volúmenes, y relacionarlos con precios unitarios. Su flexibilidad facilita el control de cantidades y la verificación rápida de errores en el metrado (Heb MERMA, s.f.).

S10: S10 es un software especializado que permite elaborar presupuestos de obra civil de manera eficiente. Ofrece módulos para realizar metrados, análisis de precios

unitarios, programación, valorizaciones, y control de costos. Es ampliamente utilizado en el sector construcción en Perú, ya que cumple con normativas locales y se adapta a los requerimientos del sistema de contratación pública (S10 Perú, s.f.).

MS Project: MS Project es una herramienta de gestión de proyectos que permite crear cronogramas detallados para la ejecución de obras. Utiliza diagramas de Gantt para definir tareas, establecer duraciones, asignar recursos y configurar relaciones de dependencia entre actividades. Ayuda a identificar el camino crítico y prever retrasos, siendo clave para el control de tiempo (Alpha Consultoría, s.f.).

Presupuesto: El presupuesto de obra es la estimación económica total de todos los recursos necesarios para ejecutar un proyecto. Incluye costos directos como materiales, mano de obra y equipos, así como costos indirectos como administración, seguros y utilidades. Sirve para definir la viabilidad financiera del proyecto y establecer mecanismos de control y seguimiento (Mawi, s.f.).

Building Information Modeling: BIM es una metodología de trabajo colaborativa que centraliza toda la información del proyecto en un modelo digital tridimensional. Este modelo contiene datos geométricos y no geométricos que permiten gestionar todas las fases del ciclo de vida del proyecto: diseño, construcción, operación y mantenimiento (buildingSMART Spain, s.f.).

BIM 1D: BIM 1D (una dimensión) se refiere al nivel más básico de información en el ciclo de vida de un proyecto de construcción. En este nivel, los datos se manejan de forma aislada, como listas de costos, especificaciones técnicas, normativas, o bases de datos textuales que aún no se integran visualmente al diseño gráfico. Aunque no tiene representación geométrica, esta información es fundamental como base para alimentar las dimensiones superiores del modelo BIM (ACCABIM, 2023).

BIM 2D: BIM 2D representa la información gráfica bidimensional del proyecto, como planos de planta, cortes, elevaciones y diagramas. Aunque no es parte del modelado tridimensional BIM como tal, se considera un paso intermedio en la evolución de los procesos constructivos. Estos dibujos en 2D aún se elaboran en muchos entornos

CAD tradicionales, donde los elementos no contienen datos paramétricos vinculados (EUPV, 2022).

BIM 3D: BIM 3D es la representación tridimensional del proyecto donde se integran los componentes geométricos (formas, tamaños, espacios) con información paramétrica. En este entorno, arquitectos, ingenieros y proyectistas trabajan sobre un modelo digital colaborativo que permite visualizar el proyecto de forma integral y detectar interferencias o incoherencias antes de la construcción. Además, este modelo sirve de base para incorporar otras dimensiones como tiempo (4D) y costos (5D) (buildingSMART Spain, s.f.).

Cronograma: Un cronograma es una herramienta gráfica y técnica que organiza las actividades del proyecto en el tiempo. Define el inicio, duración y finalización de cada tarea, estableciendo secuencias y dependencias para optimizar la ejecución. Es esencial para controlar los plazos de una obra (ProjectManager, s.f.).

Interferencias BIM: Las interferencias BIM (Clash detection) son conflictos espaciales entre componentes del modelo que se detectan antes de la ejecución de la obra. Su identificación permite modificar el diseño antes de que se presenten errores en campo, reduciendo retrabajos, costos y retrasos (Autodesk, s.f.).

Análisis de precios unitarios: El análisis de precios unitarios (APU), es el cálculo detallado del costo por unidad de ejecución de una partida. Considera materiales, mano de obra, equipos, herramientas, costos indirectos y utilidad. Es clave para establecer presupuestos técnicos y económicos (SlideShare, s.f.).

Partidas: Las partidas son las unidades básicas en las que se divide un presupuesto de obra. Cada partida representa una actividad específica, como movimiento de tierras, concreto o instalaciones, y contiene metrados, precios unitarios y costos parciales (CYPE Perú, s.f.).

Expediente técnico: El expediente técnico es el conjunto de documentos que sustentan técnica, económica y legalmente un proyecto. Incluye planos, especificaciones

técnicas, metrados, presupuesto, cronogramas y estudios. Es necesario para iniciar la ejecución de cualquier obra pública o privada (CYPE Perú, s.f.).

Costos: Los costos en la construcción representan todos los recursos monetarios necesarios para ejecutar un proyecto. Se clasifican en directos e indirectos. Su adecuada estimación, seguimiento y control determinan la rentabilidad y sostenibilidad de una obra (Truss, s.f.).

IV. Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación hace referencia al enfoque metodológico adoptado para alcanzar los objetivos planteados. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), una investigación puede ser aplicada, si busca resolver un problema específico; básica, si pretende generar conocimiento teórico; o evaluativa, si se orienta al análisis de políticas, programas o intervenciones. Dentro de estos enfoques, la investigación aplicada es utilizada para resolver problemas prácticos concretos en contextos específicos.

En el presente estudio, el tipo de investigación es aplicada, ya que se orienta a resolver una problemática concreta: evaluar la eficiencia de la planificación presupuestal y temporal del proyecto vial Yanakilca mediante herramientas tradicionales frente al software Delphin Express. El propósito es generar resultados útiles para mejorar la gestión técnica de obras públicas en el distrito de Juan Espinoza Medrano.

4.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación descriptivo-correlacional permite no solo caracterizar fenómenos y procesos, sino también establecer la relación entre dos o más variables sin manipularlas. Hernández et al. (2014) señalan que la investigación descriptiva busca detallar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno, mientras que la correlacional analiza la asociación entre variables, sin determinar relaciones causales (p. 152). Este nivel es útil cuando se pretende evaluar comportamientos comparativos entre herramientas, como en estudios de ingeniería civil.

En mi investigación, trabajé con un nivel descriptivo-correlacional porque describí tanto las características de las herramientas tradicionales como las funcionalidades del software Delphin Express, y además analicé el grado de relación entre el tipo de herramienta utilizada y la eficacia lograda en la planificación presupuestal del proyecto Yanakilca.

4.1.3 Enfoque de investigación

hace referencia a la orientación epistemológica que guía el proceso investigativo, definiendo la forma en que se concibe la realidad y cómo se aborda el objeto de estudio. En este contexto, el enfoque cuantitativo se caracteriza por su énfasis en la medición objetiva de variables, la recolección de datos numéricos y el análisis estadístico para establecer relaciones o contrastar hipótesis. Este enfoque busca la generalización de resultados mediante instrumentos estandarizados que permiten comparar y verificar los datos obtenidos (Hernández, Fernández & Baptista, 2021). El enfoque cuantitativo es especialmente útil en investigaciones que pretenden medir el grado de eficiencia, desempeño o correlación entre variables de tipo técnico o económico.

En el presente estudio, se adopta un enfoque cuantitativo, ya que se busca comparar objetivamente los niveles de eficiencia obtenidos entre dos metodologías: una tradicional (basada en Excel, S10, Word y MS Project) y otra innovadora, basada en el software Delphin Express. A través de la medición de indicadores técnicos como tiempo de formulación, número de errores, trazabilidad de la información y generación de reportes, se cuantifica el rendimiento de cada enfoque. Esto permitirá establecer cuál de los dos métodos ofrece mejores resultados en términos de eficiencia presupuestal y temporal.

4.1.4 Diseño de Investigación

El diseño no experimental se aplica cuando las variables no son manipuladas directamente, sino que se observan en su estado natural, permitiendo identificar relaciones entre ellas. Según Hernández et al. (2014), en los diseños no experimentales los investigadores no introducen tratamientos ni asignan grupos aleatoriamente, sino que estudian las variables tal como ocurren en la realidad (p. 166). Este diseño es común en estudios comparativos y de evaluación de herramientas en proyectos de campo.

Durante el desarrollo de esta tesis, utilicé un diseño no experimental de tipo comparativo transversal, ya que observé y analicé los resultados generados tanto por el método tradicional como por el software Delphin Express, en un solo momento temporal.

No intervine en la ejecución de las actividades presupuestales, sino que comparé los datos obtenidos de cada enfoque para determinar su eficacia en el contexto específico del proyecto Yanakilca.

4.2 Ámbito temporal y espacial

4.2.1 Ámbito temporal

El ámbito temporal define el período durante el cual se desarrolla la investigación. Para Sampieri et al. (2014), el diseño transeccional implica una única medición en el tiempo, útil para comparar variables en un momento determinado.

Esta investigación tiene un enfoque transeccional, con recolección y análisis de datos realizada en el año 2025, específicamente durante la formulación técnica del expediente del proyecto vial Yanakilca.

4.2.2 Ámbito espacial

El ámbito espacial delimita el lugar donde se llevará a cabo la investigación. Según Hernández et al. (2014), definir este componente permite contextualizar el fenómeno dentro de su entorno físico, geográfico o institucional.

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Juan Espinoza Medrano, provincia de Antabamba, región Apurímac, específicamente en la carretera Yanakilca. Allí se formulará el expediente técnico y se aplicarán las herramientas metodológicas en estudio.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población es el conjunto total de elementos que comparten una o más características relevantes para el estudio. Arias (2012) menciona que la población puede estar constituida por personas, documentos, procesos o instituciones.

En este estudio, la población está conformada por los presupuestos, cronogramas y procesos técnicos desarrollados para el proyecto vial en mención, incluyendo tanto los elaborados mediante métodos tradicionales como los realizados con Delphin Express.

4.3.2 Muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población. Para Hernández et al. (2014), puede ser probabilística o no probabilística. En estudios comparativos con una población pequeña, suele aplicarse el muestreo intencional.

La muestra estará conformada por dos conjuntos: el expediente técnico formulado con herramientas tradicionales (Excel, S10, MS Project) y el expediente técnico elaborado con Delphin Express para la carretera Yanakilca. Ambos serán objeto de análisis comparativo.

4.4 Instrumentos

Los instrumentos son medios específicos usados para recolectar datos. Bernal (2010) menciona fichas de análisis, matrices, cuestionarios, guías de observación, entre otros.

En este caso, se utilizarán matrices comparativas, fichas técnicas y formatos estandarizados para registrar y analizar indicadores de eficiencia técnica y económica entre ambos métodos.

Las técnicas de recolección de datos son procedimientos sistemáticos para obtener información relevante. Según Bernal (2010), incluyen la observación, análisis documental, entrevistas, encuestas, entre otros.

En esta investigación se aplicará la técnica del análisis documental y la observación directa, con el fin de examinar los documentos técnicos generados por ambos enfoques.

4.5 Procedimientos

Los procedimientos son las fases operativas del estudio, desde la formulación del problema hasta la interpretación de resultados. Hernández et al. (2014) proponen una secuencia lógica: planteamiento, recolección, análisis e interpretación.

Aquí, el procedimiento consistió en: (1) revisión documental de metodologías tradicionales y BIM; (2) elaboración de presupuesto y cronograma del proyecto vial con

ambos métodos; (3) aplicación de matrices de evaluación de eficiencia; y (4) análisis comparativo de resultados según los criterios establecidos.

4.6 Análisis de datos

El análisis de datos implica organizar, procesar e interpretar la información recolectada. Para Sampieri et al. (2014), puede ser cuantitativo, cualitativo o mixto, dependiendo del enfoque del estudio.

Se utilizará un análisis cuantitativo y comparativo, mediante el uso de indicadores de eficiencia (tiempo, precisión, trazabilidad, automatización y costo), que serán analizados estadísticamente a través de porcentajes, diferencias porcentuales y gráficos.

4.7 Consideraciones éticas

En el presente estudio, se respetará la confidencialidad de los datos técnicos utilizados, se reconocerán todas las fuentes de información y se evitará el plagio, garantizando la veracidad, trazabilidad y ética en cada etapa del proceso investigativo.

V. Resultados y discusión

5.1 Resultados

5.1.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto denominado “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular post construcción de la carretera Yanakillca, Distrito de Juan Espinoza Medrano, Provincia de Antabamba – Apurímac”, el cual forma parte de la Red Vial Departamental y ha sido priorizado por el Gobierno Regional de Apurímac. Este proyecto tiene como propósito central mejorar la conectividad territorial, promover la integración socioeconómica y facilitar el acceso a servicios esenciales para diversas poblaciones rurales ubicadas en zonas altoandinas.

Dentro de este marco, el área de estudio comprende una intervención directa sobre un tramo vial de 41.0 kilómetros, específicamente entre el Km 16+000 y el Km 57+000. Este segmento representa un eje estratégico para el desarrollo regional, al conectar comunidades aisladas con los principales centros poblados y corredores productivos de la región.

Más allá de la dimensión física del proyecto, el enfoque adoptado en el presente estudio responde a una gestión técnica y presupuestal eficiente, fundamentada en herramientas tecnológicas de última generación. En este sentido, se ha incorporado el uso del software Delphin Express, bajo la metodología BIM (Building Information Modeling), que permite modelar, planificar y programar con precisión cada una de las metas físicas establecidas en el presupuesto de obra.

Esta herramienta ha sido clave para estructurar la secuencia de actividades del proyecto, priorizar partidas críticas, y establecer la asignación adecuada de recursos en cada fase. Asimismo, ha facilitado la elaboración de un cronograma detallado de ejecución, que contempla una duración total de ocho meses calendario, permitiendo un control exhaustivo del tiempo, el costo y el rendimiento técnico.

El expediente técnico del proyecto fue elaborado por la Oficina de Estudios y Proyectos del Gobierno Regional de Apurímac, con la participación de diversos especialistas. Este

trabajo interdisciplinario estuvo bajo la coordinación de un jefe de proyecto, quien tenía a su cargo la revisión y autorización de las acciones posteriores durante la formulación del proyecto, hasta su entrega final. Se aclara que la concepción del expediente técnico fue usando herramientas tradicionales como el Microsoft Excel, Microsoft Word, S10, AutoCAD, etc. El expediente técnico fue formulado para que se ejecute bajo la modalidad de administración directa en un plazo de 8 meses.

Gracias a esta planificación integrada, cada etapa del proyecto - desde las obras preliminares, el movimiento de tierras, la instalación de estructuras de drenaje, hasta los acabados finales - ha sido organizada con base en metas medibles, tiempos definidos y criterios de eficiencia. Este enfoque no solo optimiza el proceso constructivo, sino que garantiza la transparencia, la trazabilidad de los recursos y la sostenibilidad operativa del proyecto a largo plazo.

Las metas físicas del proyecto han sido organizadas en componentes específicos, con el propósito de mantener una estructura clara y coherente que facilite tanto la formulación del presupuesto como la elaboración de cronogramas de ejecución. Esta clasificación por componentes permite agrupar partidas de obra de manera lógica, asegurar su trazabilidad técnica y financiera, y establecer un orden secuencial para su ejecución. Además, cada actividad ya ha sido identificada con su respectivo ítem presupuestal, lo cual optimiza el control de avance físico-financiero y la asignación eficiente de recursos durante toda la duración del proyecto.

Tabla 2

Metas físicas del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO	UND
1	OBRAS PRELIMINARES		
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	1	glb
1.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN	1	glb
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	217,098.10	m3
2.02	CORTE DE ROCA SUELTA	94,375.63	m3
2.03	CORTE DE ROCA FIJA	96,608.75	m3
2.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	1,077.11	m3

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO	UND
2.05	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN TRAMOS DE BOFEDALES	3,357.50	m3
3	PAVIMENTOS		
3.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE	182,465.64	m2
3.02	MEJORAMIENTO DE ACCESO		
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE	56,000.00	m2
4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
4.01	CUNETAS		
04.01.01	CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS	44,690.00	m
4.02	ALCANTARILLA TMC		
04.02.01	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	3,801.55	m3
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2,688.73	m2
04.02.03	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² + 30 % PM.	647.67	m3
04.02.04	EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA $f_c=175$ kg/cm ²	14.44	m3
04.02.05	ALCANTARILLA TMC 0=36" C=14 R=10 m/día	509.49	m
04.02.06	ALCANTARILLA TMC 0=48" C=12 R= 8 m/día	7.29	m
04.02.07	CAMA DE ARENA e = 0.10 m.	361.21	m2
04.02.08	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	797.95	m3
4.03	BADENES		
04.03.01	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	212.12	m3
04.03.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE FONDO DE BADEN	545.55	m2
04.03.03	SUB - BASE DE 0.20 m	290.45	m2
04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	154.5	m2
04.03.05	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	83.28	m3
04.03.06	EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA $f_c=175$ kg/cm ²	70.36	m3
04.03.07	JUNTAS ASFALTICAS	356.17	m
4.04	PONTONES		
04.04.01	LOSA		
04.04.01.01	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² EN LOSA	12.91	m3
04.04.01.02	FALSO PUENTE	6	m
04.04.01.03	ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	1,899.92	kg
04.04.01.04	APOYO DE NEOPRENO DE 10" X12" X 1" m DUREZA 50	6	und
04.04.01.05	JUNTA CON TEKNOPORT	8	m
04.04.01.06	JUNTAS TIPO HONEL C/PLATINA DE 3/8"x4"	11.8	m
04.04.01.07	TUBERIA PVC 2"	2	m
04.04.01.08	BARANDA METALICAS	2	glb
04.04.02	ESTRIBOS		
04.04.02.01	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS BAJO AGUA	347.3	m3
04.04.02.02	SOLADOS CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² h=3"	50.72	m2
04.04.02.03	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	71.07	m3
04.04.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	160.46	m2
04.04.02.05	ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	7,151.07	kg
04.04.02.06	FILTRO DE GRAVA SELECCIONADA	21.19	m3
04.04.02.07	TUBERIA PVC 2"	28.8	m

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO	UND
04.04.02.08	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	211.2	m3
04.04.02.09	ENROCADO PARA PROTECCION	47.26	m3
5	SEÑALIZACION		
5.01	SEÑALES INFORMATIVAS		
05.01.01	PANELES DE SEÑALES INFORMATIVAS	5.04	m2
05.01.02	CIMENTACION DE SEÑALES INFORMATIVAS	16	und
05.01.03	TUBOS DE D=3"	64.47	m
5.02	SEÑALES PREVENTIVAS	66	und
5.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	5	und
5.04	POSTE DE KILOMETRAJE	42	und
6	TRANSPORTE DE MATERIAL		
6.01	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE <1KM	14,764.30	m3k
6.02	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE >1KM	13,665.48	m3k
7	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL		
7.01	PROGRAMA DE MEDIDAS CORRECTIVAS Y/O MITIGACION AMBIENTAL		
07.01.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIALES EXCEDENTES	13,383.50	m2
07.01.02	RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR CAMPAMENTOS	3,345.00	m2
07.01.03	REVEGETACION DEL TERRENO AFECTADO	69,939.50	m2
7.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	1	glb
7.03	PROGRAMA DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL	1	glb
7.04	PROGRAMA DE SEÑALIZACION AMBIENTAL	1	glb
7.05	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS	1	glb
7.06	PROGRAMA DE CONTINGENCIA	1	glb
8	SEGURIDAD Y SALUD		
8.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		
08.01.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD	1	glb
08.01.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	1	glb
08.01.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	1	glb
08.01.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	1	glb
08.01.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	1	glb


ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO	UND
08.01.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	1	glb
9	CONTROL DE CALIDAD		
9.01	COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	1	glb
9.02	RESISTENCIA DEL CONCRETO	1	glb

Nota. En la tabla se observa el presupuesto con sus ítems, títulos, partidas, metrado u unidades. Además, el expediente técnico asciende al monto 9,436,250.82 y se encuentra estructurado en costos directos y costos indirectos conforme al cuadro.

El presupuesto según el expediente técnico asciende al monto 9,436,250.82 y se encuentra estructurado en costos directos y costos indirectos conforme al cuadro

Figura 1

Estructura del presupuesto según expediente técnico aprobado

MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA YANAKILLCA – SANTA ROSA-CERRO TETA - PRIMERA ETAPA			
EJECUCION DE LA PRIMERA ETAPA (DEL KM. 16+000 HASTA EL KM. 57+000)			
LUGAR : JUAN ESPINOZA MEDRANO - ANTABAMBA - APURÍMAC			
MODALIDAD : ADMINISTRACION DIRECTA			
FECHA: ABRIL 2016			
MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE:		S/.	Monto Presupuestado 8,254,433.71
Resumen de Análisis de Costos			
DESCRIPCIÓN		MONTO	
CD	CONSTRUCCION DE LA CARRETERA	S/.	8,254,433.71
GG	GASTOS GENERALES 7.10%	S/.	586,064.79
T_P	TOTAL PRESUPUESTADO	S/.	8,840,498.50
PRESUPUESTO DE OBRA		S/.	8,840,498.50
	SUPERVISION DE OBRA 4.97000000%	S/.	439,319.61
PRESUPUESTO TOTAL (1)		S/.	9,279,818.11
CAPACITACION EN MANTENIMIENTO VIAL		S/.	43,670.55
PRESUPUESTO TOTAL (2)		S/.	9,323,488.66
GASTOS DE GESTION		S/.	80,760.60
EXPEDIENTE TECNICO - PRIMERA ETAPA		S/.	32,001.56
PRESUPUESTO TOTAL PROYECTO		S/.	9,436,250.82
			
SON : NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA CON 82/100 NUEVOS SOLES			

Nota. En la figura se observa el presupuesto con su costo directo, gastos general y total de presupuesto.

La ejecución del proyecto ha sido programada para desarrollarse en un plazo de ocho meses calendario, durante los cuales se ejecutarán de manera secuencial las distintas fases constructivas, desde las obras preliminares hasta el cierre del proyecto. A lo largo de los primeros meses se contempla la instalación de campamento, el replanteo topográfico y la ejecución del movimiento de tierras; posteriormente se desarrollarán las obras de drenaje, estructuras y tratamiento de plataforma, finalizando con la señalización definitiva y actividades complementarias. La secuencia de actividades ha sido estructurada en función de metas asociadas a partidas presupuestales, lo que garantiza una administración eficiente del tiempo y una adecuada asignación de recursos en cada etapa. Asimismo, el cronograma ha sido representado mediante diagramas tipo Gantt, que permiten realizar un seguimiento riguroso del avance físico y financiero, identificar cuellos de botella y aplicar medidas correctivas en tiempo real, asegurando que la obra se ejecute dentro del plazo establecido.

Análisis del proceso tradicional en la formulación de costos y programación del proyecto de carretera yanakilca

La elaboración presupuestal del Proyecto de carretera yanakilca, en su fase inicial, se desarrolló bajo el esquema tradicional adoptado en gran parte del sector público. Este método se caracteriza por el uso de múltiples herramientas independientes, lo cual genera una fragmentación crítica en el flujo de trabajo. Si bien cada software cumple funciones específicas, la ausencia de interconexión automatizada entre ellos deriva en errores, reprocesos y retrasos en la planificación integral de los proyectos de inversión pública.

Herramientas utilizadas en el método tradicional














a) Microsoft Excel para metrados

Los metrados fueron desarrollados manualmente utilizando hojas de cálculo en Excel, agrupando cantidades por componentes del proyecto. Aunque Excel permite cierto orden lógico, no valida automáticamente las unidades de medida ni las correlaciones con partidas presupuestales, lo cual introduce una alta probabilidad de errores. Además, los

metrados no estaban vinculados a planos digitales ni a bases de datos de precios, lo cual impide realizar ajustes dinámicos ante cambios técnicos o presupuestales.

Figura 2

Estructura de la planilla de metrados - método tradicional

<input type="checkbox"/> Nombre	Tipo
 Resumen de Metrados_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
<input type="checkbox"/>  1.00 Obras Preliminares_Yanakillca (2).xls	Hoja de cálculo d...
 3.00 Pavimentos_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 04.02 Alcantarilla_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 9.00 Control de Calidad_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 8.00 Seguridad y Salud_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 7.00 Mitigación Ambiental_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 6.00 Transporte_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 5.00 Señalización_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 04.04 Metrado Pontón 02 L=6m_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 04.03 Metrado Badenes_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 04.01 Cunetas_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...
 2.00 Movimiento Tierras_Yanakillca.xls	Hoja de cálculo d...

Nota. En la figura se observa que la planilla de metrados fue elaborada por separado para cada componente, generando 12 hojas de cálculo que no se encuentran vinculadas entre sí. Al final, se incluye una planilla de metrados resumen, la cual tampoco está conectada con el resto de las hojas. Esta falta de vinculación hace que el archivo sea susceptible a errores en caso de actualizar las cantidades en cualquiera de las hojas individuales.

Figura 3

Estructura de la planilla de metrados sustento - método tradicional

PLANILLA DE METRADOS DE SOBREANCHOS						
PROYECTO : EJECUCION DE LA PRIMERA ETAPA DE LA CONSTRUCCION DE LA CARRETERA YANAKILLCA - SANTA ROSA - CERRO TETA						
UBICACIÓN : JUAN ESPINOZA MEDRANO - ANTABAMBA - APURIMAC						
CONSULTOR :					FECHA	
3.01.02	Perfilado de sobreanchos del 16+000 al 57+000				16,757.64	m2
PI	PC	PT	LC	S/A	AREA (M2)	
PI - 299	16+040	16+058	17.72	0.77	13.62	
PI - 300	16+094	16+112	18.01	0.61	11.04	
PI - 301	16+191	16+210	18.10	0.31	5.61	
PI - 302	16+225	16+242	17.15	0.89	15.25	
PI - 303	16+466	16+480	14.64	1.36	19.88	
PI - 304	16+500	16+520	20.33	1.59	32.32	
PI - 305	16+591	16+612	20.53	1.59	32.63	
PI - 306	16+629	16+648	19.17	1.59	30.48	
PI - 307	16+693	16+709	15.66	0.89	13.93	
PI - 308	16+715	16+735	19.57	0.77	15.04	
PI - 309	16+760	16+779	19.02	0.40	7.64	
PI - 310	16+820	16+839	18.48	1.59	29.38	
PI - 311	16+874	16+893	18.75	1.36	25.47	
PI - 312	16+963	16+979	16.43	0.89	14.61	
De 16+000 al 17+000					266.89	

Nota. En la figura se observa la plantilla de metrados, PI, PC, PT, LC, S/A Y Área.

b) S10 para la elaboración del presupuesto

Una vez obtenidos los metrados, estos eran trasladados manualmente al S10, utilizado para el cálculo de presupuestos, análisis de precios unitarios (APU) y consolidación de costos directos e indirectos. Sin embargo, **la importación no era automática**, lo que exigía la reescritura de cantidades, partidas y fórmulas, duplicando tareas e introduciendo un margen de error considerable.

El uso de S10 sin integración directa con Excel limitaba la capacidad de análisis dinámico. Cualquier cambio en los metrados requería modificar varias hojas del Excel y luego actualizar manualmente en el S10, un procedimiento susceptible a inconsistencias no detectadas hasta las etapas de revisión o incluso de ejecución de obra.

Figura 4

Estructura del presupuesto – método tradicional

Hoja del Presupuesto							
010 MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA				C.D.	S/5,443,119.08		
Fecha : 18/05/2025 Lugar : JUAN ESPINOZA MEDRANO Jornada : 8 horas « Items 85 »							
	Item	Item Alterni	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<input type="checkbox"/>	0 01		+ OBRAS PRELIMINARES				358,191.72
<input type="checkbox"/>	0 02		+ MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,958,660.83
<input type="checkbox"/>	0 03		+ PAVIMENTOS				406,898.38
<input type="checkbox"/>	0 04		+ OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				1,125,203.08
<input type="checkbox"/>	0 05		+ SEÑALIZACION				64,639.25
<input type="checkbox"/>	0 06		+ TRANSPORTE DE MATERIAL				152,639.31
<input type="checkbox"/>	0 07		+ MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL				147,589.14
<input type="checkbox"/>	0 08		+ SEGURIDAD Y SALUD				34,912.00
<input type="checkbox"/>	0 09		+ CONTROL DE CALIDAD				5,700.00

Nota. En la figura se observa que el software S10 permite exportar los datos al formato Excel para ser trabajados en otros archivos, dicha exportación es estática y se realiza en un momento específico. Es decir, cualquier modificación posterior realizada en S10 no se reflejará automáticamente en el archivo exportado, lo que puede generar inconsistencias o errores en los documentos derivados. Por otro lado, una de las ventajas del S10 es que permite organizar las partidas y componentes mediante una estructura en forma de árbol, como se muestra en la imagen. Esta funcionalidad facilita el orden y la simplicidad durante la elaboración del presupuesto.

Figura 5

Estructura del análisis de precios unitarios – método tradicional

Hoja del Presupuesto							
010 MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA				C.D.	S/8,254,433.71		
Fecha : 18/05/2025 Lugar : JUAN ESPINOZA MEDRANO Jornada : 8 horas « Items 85 »							
	Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
	02.03	CORTE DE ROCA FIJA	m3	96,808.75	0.00	0.00	
	02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	1,077.11	10.14	10,921.90	
	02.05	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN TRAMOS DE BOFEDALES	m3	3,357.50	50.32	168,949.40	
	03	PAVIMENTOS				406,898.38	
	03.01	PERFLADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE	m2	182,465.64	2.23	406,898.38	
	04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				1,125,203.08	
	04.01	CUNETAS				42,008.60	
	04.01.01	CONFORMACION Y PERFLADO DE CUNETAS	m	44,690.00	0.94	42,008.60	
	04.02	ALCANTARILLA TMC				824,650.65	
	04.02.01	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	m3	3,801.55	22.50	85,534.88	
	04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,688.73	70.50	189,555.47	
	04.02.03	CONCRETO Fc=175 kg/cm2 + 30 % P.M.	m3	647.67	413.11	267,558.95	
	04.02.04	EMBOQUILLADO DE MAIMP DE PIEDRA Fc=175 kg/cm2	m3	14.44	276.80	3,994.10	
	04.02.05	ALCANTARILLA TMC 0-30" C=14 R=10 m/da	m	509.49	476.58	242,802.55	
	04.02.06	ALCANTARILLA TMC 0-48" C=12 R=8 m/da	m	7.29	728.97	5,314.19	
	905701020170 (0405002 05)	Jornada = 8	Mano de Obra	0.00			
			Materiales	0.00			
			Equipos	0.00			
			Subcontratos	0.00			
			Subpartidas	0.00			
		Descripción Recurso	Und.	Cuadria	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
		EXCAVACION, DESQUINCHÉ Y PENADO TALUDES (ROCA FIJA)	m3		1.0000		
		PERFORACION Y DISPARO EN ROCA FIJA	m3		1.0000		

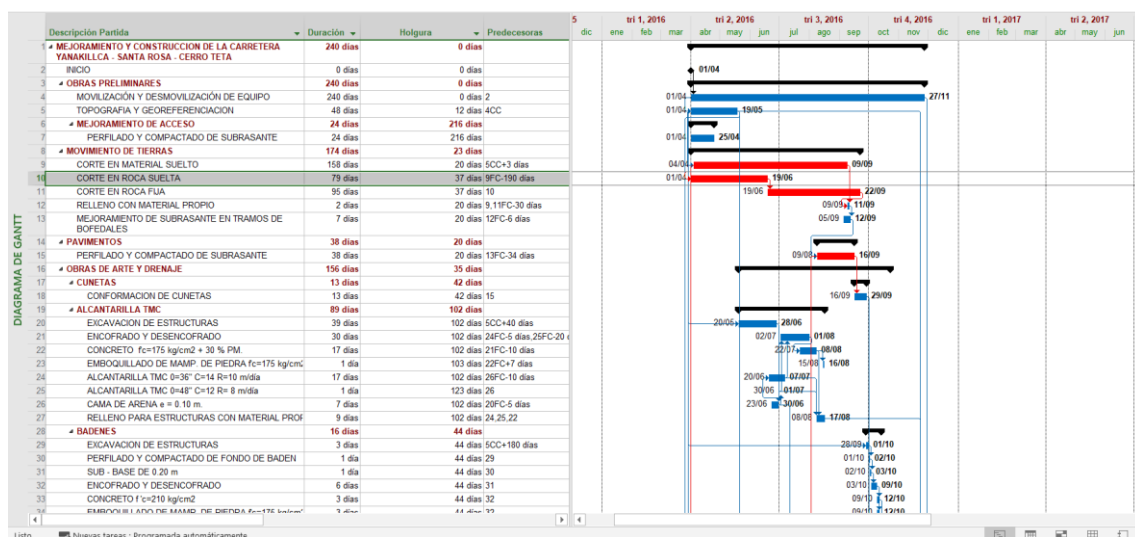
Nota. En caso de que el análisis de precios unitarios de una partida requiera ser actualizado, el software S10 presenta una limitación importante: es necesario acceder directamente a la base de datos, realizar la modificación allí y luego volver a cargar la partida actualizada en el proyecto. Este procedimiento puede generar retrasos y/o dificultar la actualización o mejora de los análisis de precios unitarios en las distintas etapas de formulación de los costos y presupuestos del proyecto.

c) Microsoft Project para cronogramas

La programación de actividades y recursos del proyecto se realizó en MS Project, generando el cronograma físico. No obstante, esta herramienta operaba de manera independiente al S10, por lo que no existía un vínculo automático entre el avance físico de las partidas y su correlato presupuestal. Esta desconexión generaba una **desalineación entre las actividades programadas y los recursos asignados**, afectando la consistencia del expediente técnico y dificultando la elaboración del calendario de valorizaciones y el control de ejecución.

Figura 6

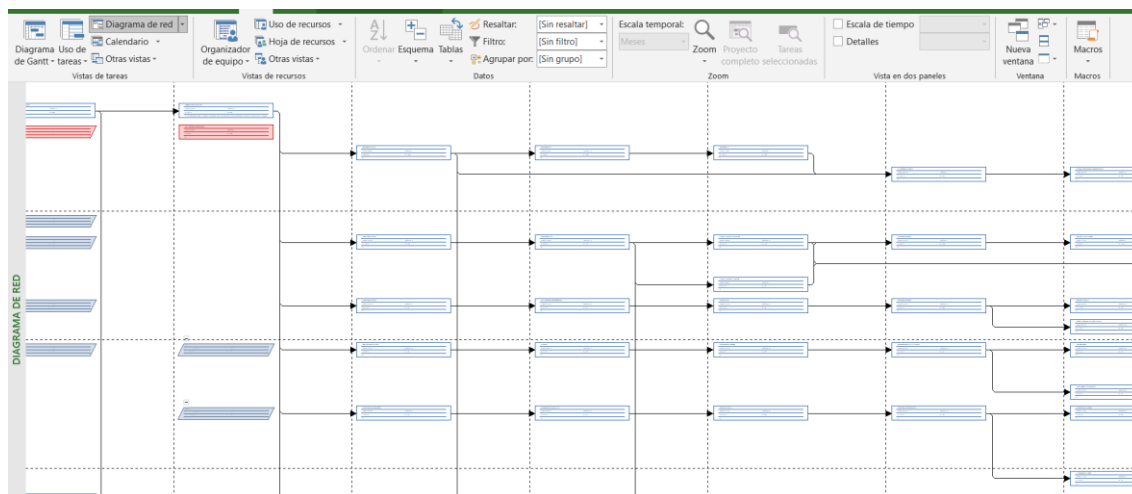
Estructura de la programación – método tradicional



Nota. En la figura se observa la programación del proyecto con partidas duración y predecesores y secuencia gráfica en el software.

Figura 7

Estructura del diagrama de redes – método tradicional



Nota. En la figura se observa el diagrama de redes color rojo como ruta crítica.

d) Microsoft Word para especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas de cada partida fueron redactadas en documentos de Word. Si bien se basaban en normativas y fichas técnicas oficiales, no existía un sistema de vinculación directa entre las especificaciones y las partidas del presupuesto. En algunos casos, se encontraron partidas presupuestadas sin especificaciones técnicas correspondiente o desactualizadas respecto al tipo de componente utilizado. Esta desarticulación técnica afecta la calidad del expediente y expone al proyecto a observaciones en los procesos de evaluación y ejecución.

Figura 8

Estructura de las especificaciones técnicas – método tradicional

Nombre	Tipo
7 E.T. IMPACTO AMBIENTAL, SE.doc	Documento de Mi...
5 E.T. SEÑALIZACION, TRANSP MATE...	Documento de Mi...
4 E.T. OBRAS DE ARTE.doc	Documento de Mi...
3 E.T. PAVIMENTOS.doc	Documento de Mi...
2 E.T. OBRAS PRELIMINARES Y MOV. ...	Documento de Mi...
1 ET GENERALIDADESS.doc	Documento de Mi...

Nota. En la figura se observa que las especificaciones técnicas fueron elaboradas por componentes en varios documentos de Word. Ninguno de estos documentos está vinculado al presupuesto trabajado en el software S10, por lo que, en caso de realizarse alguna actualización, los archivos deben modificarse manualmente. Esta situación puede generar demoras y aumentar el riesgo de errores por digitación.

Problemas estructurales del método tradicional

El método tradicional de trabajo, basado en cuatro herramientas no integradas, generó una serie de limitaciones y riesgos documentados:

- **Cronogramas sin vínculo con el presupuesto:** No existía un sistema que conectara automáticamente los costos con los plazos de ejecución. Las partidas presupuestales podían estar presentes en el S10, pero no necesariamente tenían una actividad asociada en el cronograma de MS Project. Esto impedía analizar en tiempo real la relación entre avance físico, cronogramas valorizados, cronogramas de adquisiciones de materiales y gasto acumulado.
- **Detección tardía de errores:** La falta de sincronización entre los sistemas hacía que los errores de metrados, cantidades o precios no fueran detectados hasta la etapa de revisión del expediente técnico, o en algunos casos, durante la ejecución de obra, cuando las consecuencias económicas y administrativas eran mayores.
- **Coordinación interdisciplinaria manual:** El equipo técnico debía compartir los avances mediante archivos independientes. Por ejemplo, si el especialista modificaba una cantidad en los metrados, debía notificar al especialista en costos para que actualizara el presupuesto en S10, y al programador para que ajustara el cronograma. Esta dinámica, de carácter informal y manual, incrementaba el riesgo de errores de interpretación y la pérdida de información técnica relevante.
- **Reprocesos constantes:** Los cambios en metrados o especificaciones requerían ajustes sucesivos en múltiples plataformas, lo cual generaba retrasos significativos. En promedio, se requerían **tres iteraciones completas** del

presupuesto antes de su validación final, lo que prolongaba el tiempo total del proceso para la entrega final.

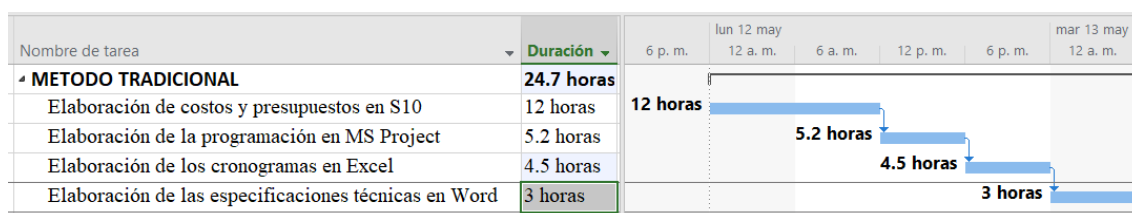
Conclusiones del análisis del método tradicional

A partir del análisis realizado, se concluye que el proceso tradicional de formulación presupuestal presenta **serias limitaciones de eficiencia, precisión y coherencia técnica**, producto de la fragmentación del flujo de trabajo. La desconexión entre herramientas como Excel, S10, MS Project y Word conlleva a retrasos, errores y dificultades de trazabilidad documental.

Durante la formulación de los costos y la programación del proyecto, se identificaron una serie de hitos que permitieron medir con precisión los tiempos requeridos para cada etapa de este proceso.

Figura 9

Estructura de la demanda de tiempo en la formulación según el método tradicional



Nota. El método tradicional demandó un total de 24,7 horas para la elaboración de los costos y la programación del proyecto. Se observa que el uso del software S10 requirió más de 12 horas para la elaboración de los costos y presupuestos. Cabe señalar que estas horas de trabajo fueron efectivas, es decir, se excluyeron los tiempos de descanso. La formulación fue realizada de manera minuciosa con el fin de evitar errores que pudieran afectar el control de las horas controladas durante la elaboración de los costos y programación del proyecto. Se aclara, que el método tradicional es más propenso a errores de digitación, lo que puede comprometer la precisión del proceso.

Estos hallazgos evidencian la necesidad de adoptar sistemas integrados como **Delphin Express**, que permitan la gestión conjunta y automatizada de metrados, análisis de precios unitarios, programación de actividades y documentación técnica. Solo

mediante esta integración se podrá mejorar la calidad de los expedientes técnicos, reducir el tiempo de formulación y optimizar la asignación de recursos públicos en proyectos de infraestructura.

5.1.2 Implementación del software Delphin Express en la elaboración presupuestal y cronogramas del Proyecto

Ante las limitaciones del método tradicional identificadas en el apartado anterior, se procedió a implementar el software **Delphin Express**, una herramienta de tipo BIM (Building Information Modeling), desarrollada en el Perú, diseñada específicamente para la elaboración, integración y control de presupuestos de obras públicas. Esta implementación tuvo como propósito optimizar la eficiencia del proceso presupuestal del Proyecto, garantizando la interoperabilidad de los componentes técnicos y financieros del expediente.

Planificación y control del proyecto en Delphin Express

Esta fase consistió en la elaboración del presupuesto y la programación de obra utilizando la plataforma Delphin Express 2022. Para este proceso, se tomó como base la estructura del presupuesto según el expediente técnico, la cual fue importada a la plataforma. En cuanto a los metrados contenidos en el expediente técnico, estos fueron ingresados manualmente para cada partida correspondiente.

Este procedimiento fue similar al método tradicional empleado en el software S10, donde también se realiza el llenado manual de metrados. En este caso, los metrados elaborados previamente en Excel fueron resumidos y organizados por partidas para facilitar su integración en Delphin.

Cabe destacar que Delphin Express permite generar de manera automática los metrados asociados a cada partida dentro de una hoja con formato predeterminado. Esta funcionalidad permite trabajar directamente dentro de la plataforma sin necesidad de recurrir a hojas de cálculo externas, ya que Delphin incorpora internamente esta función, lo que facilita la actualización automática de cantidades.

Sin embargo, para el presente estudio, los metrados se desarrollaron en una hoja de Excel externa, como se mencionó anteriormente. A partir de esta etapa se evaluará la productividad y eficiencia del proceso de planificación y control del proyecto en la plataforma del Delphin, en comparación con otras metodologías tradicionales.

Posteriormente, se procedió a la elaboración del análisis de precios unitarios directamente en la base de datos de la plataforma Delphin Express, específicamente en el módulo denominado “S/ Costos Unitarios”. Desde esta sección, se fueron incorporando las partidas una por una, siguiendo el orden establecido en el resumen de metrados.

Una vez que todas las partidas estuvieron registradas con sus respectivos costos unitarios, se ingresaron manualmente las cantidades correspondientes, previamente calculadas y consolidadas en la hoja de resumen de metrados. Este proceso permitió vincular de forma ordenada cada metrado con su análisis de costo, asegurando la coherencia entre los componentes técnicos y económicos del presupuesto.

Figura 10

Estructura del presupuesto en Delphin Express

1	1.0	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA YANAKILLCA	8,254,433.71
2	> 1.1	OBRAS PRELIMINARES	358,191.72
7	> 1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5,958,660.83
13	> 1.3	PAVIMENTOS	406,898.38
15	> 1.4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	1,125,203.08
55	> 1.5	SEÑALIZACION	64,639.25
63	> 1.6	TRANSPORTE DE MATERIAL	152,639.31
66	> 1.7	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	147,589.14
76	> 1.8	SEGURIDAD Y SALUD	34,912.00
84	> 1.9	CONTROL DE CALIDAD	5,700.00

Nota. Se observa que la plataforma Delphin Express presenta el presupuesto en un formato tipo árbol, lo que permite un desglose automático según el ítem o la EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) que se esté desarrollando. Esta visualización facilita la organización jerárquica de las partidas y mejora el control del avance presupuestal por niveles. Fuente: Delphin Express.

Figura 11

Estructura del análisis de costos unitarios en Delphin Express

Análisis de costo unitario						
Presupuesto: MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA YANAKILLCA						
1.2.4 RELLENO CON MATERIAL PROPIO						
Especificaciones: [icon]						
Rendimiento:	790	m ³	Por día	Horas por Día: 8		
Descripcion	U...	Rec...	Cantidad	%...	Precio	Total
MAÑO DE OBRA						1.03
470020024 OPERARIO	hh	1.00	0.0101		18.36	0.19
470020006 PEON	hh	6.00	0.0608		13.84	0.84
MATERIALES						1.86
530020001 PETROLEO DIESEL B5	gal		0.1580	0%	11.76	1.86
EQUIPO						5.04
370020001 HERRAMIENTAS MANUALES	%...		3.0000		1.03	0.03
490020045 RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 101-135HP 10-12 ton	hm	1.00	0.0101	0%	180.00	1.82
490020096 TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.50	0.0051	0%	230.00	1.17
490020080 MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0101	0%	200.00	2.02
SUB-CONTRATOS						0.00
SUB-PARTIDAS						2.21
99 AGUA PARA RELLENO	m ³		0.1000		22.11	2.21
Total						10.14

Fecha: 18/05/2025 Hecho por: (No Identif.)

Analisis de costo unitario | Especificaciones técnicas | Metrado | Metrado en Delphin Excel | Consolidado de Partida

Nota. Se puede observar que la plataforma ofrece diversas opciones para interactuar con cada partida en desarrollo. Entre estas funcionalidades, destaca la posibilidad de trabajar de manera simultánea con las especificaciones técnicas y los metrados correspondientes a cada partida, lo que facilita una gestión más integrada y eficiente de la información del proyecto. Fuente: Delphin Express.

Figura 12

Estructura de la lista de insumos en Delphin Express

Lista de materiales						
Lista de insumos del proyecto						
Proyecto MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA YANAKILLCA - SANTA ROSA - CERRO TETA, DISTRITO DE JUA...						
Cod.	Descripcion	Pro...	Unid.	Cantidad	Precio Unit.	Total
MANO DE OBRA						1,515,674.90
1	470020001 TOPOGRAFO	S10	hh	1,002.9020	18.36	18,413.28
2	470020006 PEON	S10	hh	71,525.8101	13.84	989,917.21
3	470020024 OPERARIO	S10	hh	4,610.1561	18.36	84,642.47
4	470020094 OFICIAL	S10	hh	10,715.3351	15.39	164,909.01
5	470020101 PERFORISTA OFICIAL	S10	hh	16,750.6782	15.39	257,792.94
MATERIALES						3,252,383.06
6	320020001 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	S10	glb	1.0000	141,191.83	141,191.83
7	020020001 CLAVOS PARA CALAMINA	S10	kg	266.5000	9.86	2,627.69
8	290020001 YESO EN BOLSAS DE 25 kg	S10	bls	158.8713	13.67	2,171.77
9	390020001 CORDEL	S10	m	2,050.0000	0.05	102.50
10	440020001 ESTACA DE MADERA	S10	und	10,326.1510	1.04	10,739.20
11	540020001 PINTURA ESMALTE SINTETICO	S10	gal	292.0359	41.03	11,982.23
12	530020001 PETROLEO DIESEL B5	S10	gal	72,144.7227	11.76	848,421.94
13	270020001 GUIA	S10	m	145,441.4768	1.44	209,435.73
14	270020102 FULMINANTE	S10	und	145,897.8574	1.07	156,110.71
15	280020001 DINAMITA	S10	kg	33,916.3531	21.63	733,610.72
16	300020001 BARRENO 5" X 1/8"	S10	und	1,019.4273	463.97	472,983.66
17	020020110 ALAMBRE NEGRO # 8	S10	kg	625.8968	4.71	2,947.97
18	020020111 CLAVOS	S10	kg	662.9509	4.71	3,122.50
19	450020001 MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	S10	p ²	14,825.1806	3.96	58,707.72
Total						8,254,433.71

Nota. Se observa que los recursos en la plataforma están agrupados de acuerdo con las necesidades del usuario, lo que permite una organización flexible y funcional. Además, es posible actualizar directamente los costos de los materiales o corregir detalles específicos de forma inmediata, lo que contribuye a una gestión más dinámica y precisa del presupuesto. Fuente: Delphin Express.

Figura 13

Estructura las especificaciones técnicas en Delphin Express

Especificaciones técnicas
Presupuesto: MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA YANAKILLCA
1.4.1.1 CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS

Fichero Inicio Insertar Distribución de Página Vista

Calibri 11 A⁺ A⁻ Aa

Pegar Portapapeles Acciones Fuente Párrafo Estilos Edición

CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS (unidad de medida: m)

Descripción

(a) Generalidades

Esta partida consiste en realizar todas las excavaciones necesarias para conformar las cunetas laterales de la carretera de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los lineamientos, rasantes y dimensiones indicados en los planos o como lo haya indicado el ingeniero supervisor. La partida incluirá, igualmente, la remoción y el retiro de estructuras que interfieran con el trabajo o lo obstruyan.

Esta partida consistirá en la conformación de cunetas laterales en aquellas zonas, en corte a media ladera o corte cerrado, que actualmente carecen de estas estructuras.

(b) Clasificación: "Conformación No Clasificada"

Se refiere a una definición de clasificación de materiales de conformación de cunetas de tipo ponderado según una evaluación de metrados en todo el presupuesto de la obra, con el resultado de un precio ponderado, justificado en el expediente técnico. En consecuencia, la Conformación de Cunetas en Material No Clasificado, se refiere a un criterio de ponderación de longitudes de cunetas que da por resultado un precio ponderado de conformación en "material no clasificado" entre:

- (1) Roca Fija
- (2) Roca Suelta
- (3) Tierra Suelta

Consecuentemente no se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material encontrado, razón por la que, el Residente, para efectos de calcular su costo unitario, deberá visitar la zona de obras y ponderar el precio de conformación de cunetas tomando en cuenta sus metrados respectivos.

Insertar título

Analisis de costo unitario Especificaciones técnicas Metrado Metrado en Delphin Excel Consolidado de Partida

Nota. Se observa que las especificaciones técnicas pueden elaborarse directamente desde la plataforma para cada partida, sin necesidad de abrir un documento externo en Word ni copiar manualmente el ítem correspondiente. Delphin Express permite que tanto las unidades como los ítems se actualicen de forma automática ante cualquier cambio, lo que optimiza el flujo de trabajo y reduce errores en la documentación técnica. Fuente: Delphin Express.

Figura 14

Estructura final del presupuesto en Delphin Express

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA YANAKILLCA - SANTA ROSA - CERRO TETA, DISTRITO DE JUAN ESPINOZA MEDRANO - ANTABAMBA - APURIMAC
 PROPIETARIO : NO IDENTIFICADO
 UBICACION : DPTO: APURIMAC PROV: ANTABAMBA DIST: JUAN ESPINOZA MEDRANO
 FECHA PROYECTO :

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA YANAKILLC					8,254,433.71
1.1	OBRAS PRELIMINARES					358,191.72
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					5,958,660.83
1.3	PAVIMENTOS					406,898.38
1.4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					1,125,203.08
1.5	SEÑALIZACION					64,639.25
1.6	TRANSPORTE DE MATERIAL					152,639.31
1.7	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL					147,589.14
1.8	SEGURIDAD Y SALUD					34,912.00
1.9	CONTROL DE CALIDAD					5,700.00

Costo Directo	8,254,433.71
Gastos Generales (7.10%)	586,064.79
SUB TOTAL 01	8,840,498.50
GASTOS SUPERVISIÓN (4.97%)	439,319.61
CAPACITACIÓN MANTENIMIENTO VIAL	43,670.55
SUB TOTAL 02	9,323,488.66
GASTOS DE GESTIÓN	80,760.60
EXPEDIENTE TÉCNICO	32,001.56
PRESUPUESTO TOTAL PROYECTO	9,436,250.82

[Son: nueve millones cuatrocientos treinta y seis mil doscientos cincuenta Soles con ochenta y dos céntimos]

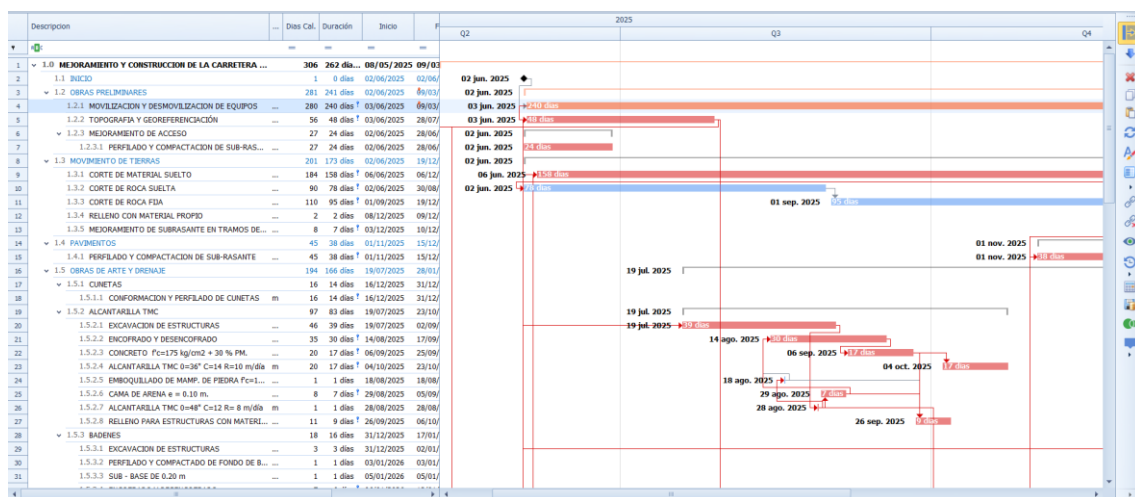
Nota. Se observa que la estructura del presupuesto se presenta de forma más ordenada, lo que facilita su comprensión y manejo. Además, la plataforma ofrece opciones sencillas para actualizar el pie del presupuesto de acuerdo con las preferencias o necesidades del usuario, lo que contribuye a una gestión más eficiente y personalizada. Fuente: Delphin Express.

Finalmente, se procedió a la elaboración del cronograma de ejecución física, así como de los distintos calendarios requeridos para el control integral del proyecto. La plataforma Delphin Express 2022 facilitó este proceso al permitir la integración automática de las actividades previamente presupuestadas con una secuencia temporal coherente. A través del módulo de programación, el software vincula directamente las partidas del presupuesto con actividades calendarizadas, permitiendo que cualquier cambio en cantidades, costos o duración se actualice de forma dinámica en el cronograma. A diferencia de herramientas tradicionales como MS Project, Delphin permite visualizar en tiempo real la relación entre los recursos asignados, las actividades

programadas y el avance financiero, lo que mejora significativamente la trazabilidad del proyecto y reduce el riesgo de inconsistencias entre la planificación técnica y económica. Además, el usuario puede configurar calendarios laborales personalizados, definir jornadas, días hábiles y feriados según las condiciones del proyecto, así como optar entre modos de tarea manual o automática según el grado de control deseado sobre las actividades dependientes. Esta funcionalidad no solo optimiza el tiempo de programación, sino que también permite generar reportes visuales como el diagrama de Gantt y la curva “S”, herramientas fundamentales para el análisis de desempeño y seguimiento del avance físico y financiero de la obra.

Figura 15

Estructura de la programación de obra en Delphin Express



Nota. La imagen muestra la interfaz del módulo de programación de Delphin Express, destacando su presentación en formato de diagrama de Gantt, el cual permite visualizar de forma clara y ordenada las actividades planificadas, su duración, secuencia y dependencias. Esta interfaz amigable y dinámica permite al usuario actualizar actividades, modificar duraciones y reprogramar tareas de forma intuitiva, manteniendo siempre sincronizados el cronograma, los recursos y el presupuesto. Además, la barra de herramientas lateral proporciona accesos rápidos para funciones esenciales como edición, visualización de recursos, avance físico y generación de reportes, lo que

convierte a Delphin en una herramienta integral para la planificación y control eficiente de obras.

Figura 16

Estructura del calendario valorizado en Delphin Express

Descripcion	U..	Metrado	Precio Unit.	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
					Del 02/06/2025 Al 01/07/2025	Del 01/08/2025 Al 01/09/2025	Del 02/10/2025 Al 01/11/2025	Del 01/12/2025 Al 01/12/2025	Del 02/01/2026 Al 01/02/2026	Del 03/03/2026 Al 01/03/2026	Del 02/04/2026 Al 01/04/2026	
4 1.0.1 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1.00	141,191.83	141,191.83	14,707.48	15,884.08	15,295.78	15,295.78	15,884.08	14,707.48	15,884.08	15,295.78
5 1.2.2 TOPOGRAFIA Y GEORREFERENCIACION	gb	1.00	92,119.89	92,119.89	47,979.11	44,140.78						
6 1.2.3 MEJORAMIENTO DE ACCESO				124,880.00	124,880.00							
7 1.2.3.1 PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE	m²	56,000...	2.23	124,880.00	124,880.00							
8 1.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,958,660.83	729,171.87	792,432.50	771,804.40	989,835.70	1,027,906.30	951,765.10	695,744.96	
9 1.3.1 CORTE DE MATERIAL SUELTO	m³	217.09...	6.17	1,339,495.28	186,512.00	228,961.09	220,423.27	220,423.27	228,901.09	211,945.46	42,389.09	
10 1.3.2 CORTE DE ROCA SUELTA	m³	94,375...	17.25	1,627,979.62	942,659.87	563,331.41	521,788.34					
11 1.3.3 CORTE DE ROCA FIDA	m³	96,608...	29.10	2,811,314.63			29,592.79	769,412.43	799,005.21	739,819.64	475,494.57	
12 1.3.4 RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m³	1,077,111	18.14	19,821.90								19,821.90
13 1.3.5 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN TRAMOS DE BOFEDALES	m³	3,357.50	50.32	168,949.40								168,949.40
14 1.4 PAVIMENTOS				406,898.38						10,707.85	267,696.30	128,494.23
15 1.4.1 PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE	m²	182,46...	2.23	406,898.38						10,707.85	267,696.30	128,494.23
16 1.5 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				1,125,203.08		26,318.42	171,257.65	374,959.06	252,115.51		60,159.66	240,392.77
17 1.5.1 CUNETAS				42,008.60								42,008.60
18 1.5.1.1 CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS	m	44,690...	0.94	42,008.60								42,008.60
19 1.5.2 ALCANTARILLA TMC				824,650.65		26,318.42	171,257.65	374,959.06	252,115.51			
20 1.5.2.1 EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	m³	3,801.55	22.50	85,534.88								
21 1.5.2.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	2,688.73	70.50	189,555.47								
22 1.5.2.3 CONCRETO Fc=175 kg/cm2 + 30 % PM.	m³	647.67	413.11	267,558.95			101,096.25	88,459.22				267,558.95
23 1.5.2.4 ALCANTARILLA TMC Ø=36" C=14 R=10 m/da	m	509.49	476.56	242,802.55					242,802.55			
24 1.5.2.5 EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA Fc=175 kg/cm2	m²	14.44	276.60	3,994.10			3,994.10					
25 1.5.2.6 CARRA DE ARENA Ø = 0.10 m.	m³	361.21	26.74	9,556.34			3,820.86	5,106.48				
26 1.5.2.7 ALCANTARILLA TMC Ø=48" C=12 R= 8 m/da	m	2.29	729.87	5,314.19			5,314.19					
27 1.5.2.8 RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m³	797.95	26.26	20,954.17				11,641.21	9,312.96			
28 1.5.3 BADENES				92,878.59							3,181.80	89,696.79
29 1.5.3.1 EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	m³	212.12	22.50	4,772.70							3,181.80	1,590.90
30 1.5.3.2 PERFILADO Y COMPACTADO DE FONDO DE BADEN	m²	945.55	2.29	1,249.31								1,249.31
31 1.5.3.3 SUB - BASE DE 0.20 m	m²	290.45	9.07	2,634.38								2,634.38
				8,254,433.71								

Nota. La imagen corresponde a la vista del calendario valorizado en la plataforma Delphin Express, una herramienta que permite visualizar de manera clara y estructurada la distribución mensual de los costos del proyecto en función del avance físico programado. Esta funcionalidad permite hacer un seguimiento detallado del flujo financiero de la obra, brindando una herramienta útil tanto para la programación de pagos como para el control económico del proyecto. Además, Delphin actualiza automáticamente estos valores conforme se modifican los metrados, precios unitarios o el cronograma, evitando duplicidad de trabajo y reduciendo el riesgo de errores. Esta vista también es altamente útil para generar reportes mensuales, analizar el comportamiento del presupuesto y tomar decisiones informadas sobre la ejecución y financiamiento del proyecto.

Figura 17

Estructura del cronograma de adquisiciones en Delphin Express

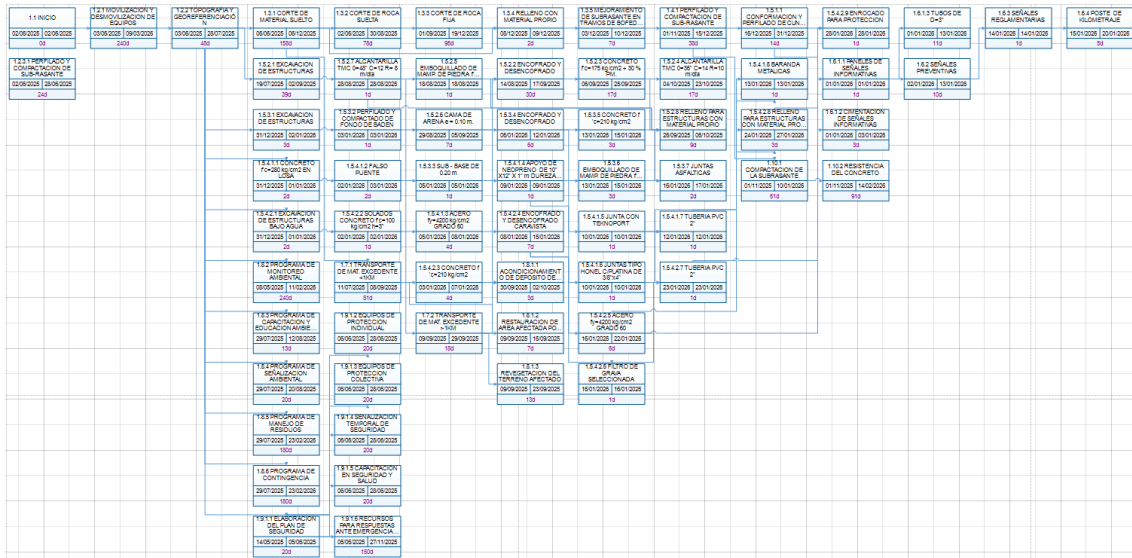
		Periodo										Total								
		Mes 1 Del 02/06/2025 Al 02/07/2025		Mes 2 Del 03/07/2025 Al 03/08/2025		Mes 3 Del 02/08/2025 Al 02/09/2025		Mes 4 Del 02/09/2025 Al 02/10/2025		Mes 5 Del 02/10/2025 Al 02/11/2025		Mes 6 Del 02/11/2025 Al 02/12/2025		Mes 7 Del 02/12/2025 Al 02/01/2026		Mes 8 Del 02/01/2026 Al 02/02/2026		Total		
Tipo	Descripción	Unid.	Precio	Cantidad	Parcial \$/	Cantidad	Parcial \$/	Cantidad	Parcial \$/	Cantidad	Parcial \$/	Cantidad	Parcial \$/	Cantidad	Parcial \$/	Cantidad	Parcial \$/	Cantidad	Prc	
MANO DE OBRA																				
	OFICIAL	hh	15.39	486.5865	7,488.57	585.2632	9,007.28	1,423.937	22,068.30	3,729.220	57,394.28	1,498.427	23,064.80	888.023	13,668.53	776.4563	11,949.66	1,717.238	20,773.68	10,715.3
	OPERARIO	hh	18.36	183.0665	3,368.86			789.8965	14,593.77	1,419.794	26,067.42	423.3394	7,772.51	392.2880	7,202.59	257.8290	4,733.74	1,144.020	21,894.44	4,610.15
	PEON	hh	13.84	8,523.984	117,971.95	8,813.987	121,985.58	9,483.051	130,138.23	18,366.96	254,198.73	9,656.447	132,953.23	7,255.416	100,414.94	6,242.965	86,402.64	3,312.998	45,851.90	71,525.8
	PERFORISTA OFICIAL	hh	15.39	1,573.948	24,223.08	1,834.485	25,154.74	1,638.299	25,213.43	3,247.853	49,972.15	3,371.939	51,894.15	3,122.166	48,050.14	2,162.784	33,285.25		16,750.6	
	TOPOGRAFICO	hh	18.36	522.3448	9,590.25	480.5372	8,823.03													1,002.90
	Total			162,633.84		164,970.55		191,821.72		387,632.58		215,680.69		169,334.20		136,371.30		87,130.02		
MATERIALES																				
	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRAD...	kg		4.10																
	ADITIVO CURADOR	gal		21.16				0.9827	20.79	77.1325	1,632.12			60.8395	249.44	9,995.418	46,981.21	10,056.2		
	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	gal		82.56				0.1175	9.70	9.2255	761.66			3.2646	269.53	34,9242	2,883.34	47,5318		
	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		4.71				286.1890	1,347.95	250.4153	1,179.46			1.4051	6.62	87.8874	413.95	625.8968		
	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		4.71										3.1001	14.60	541.3449	2,549.73	544.4446		
	ALCANTARILLA METALICA 6x36" C=14	m		380.33									508.4900	193,774.33						
	ALCANTARILLA METALICA 6x48" C=12	m		608.68				7.2900	4,437.28											7.2900
	ANGULO DE ACERO LIVIANO DE 1" X 1" X 3/8"	m		7.37														173.4179	1,278.09	173.4179
	ASFALTO RC-250	gal		21.85														47.4350	1,036.45	47.4350
	BARANDA METALICA	gib		2,658.66														2.0000	5,313.32	2.0000
	BARRIDO 5' X 1/8"	und		463.97	63.0568	29,256.45	66.4148	30,814.49	71.2883	33,075.63	224.6668	104,210.81	233.1648	108,181.46	215.8933	100,168.02	144.9461	67,250.05	26.14	1,019.42
	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	gib		2,677.00	1.0000	2,677.00														1.0000
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		36.19				48.6909	1,469.98	3,821.865	115,382.11					157.3985	4,751.50	1,822.741	58,047.56	5,950.68
	CLAVOS	kg		4.71				286.1890	1,347.95	250.4153	1,179.46					1.4051	6.62	124.9415	588.47	662.9509
	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		9.86	138.8021	1,368.59	127.6979	1,259.10												266.5000
	CORDEL	m		0.05	1,067,708	53.39	882,2917	49.11												2,050.00
	DENSIDAD DE CAMPO	und		40.00								0.5410	21.84	13.5246	540.98	14.6066	584.26	4.3279	173.11	33.0000
	DINAMITA	kg		21.63	3,141.491	67,950.45	3,282.317	70,563.93	3,275.015	70,830.59	6,613.128	143,043.97	6,867.479	148,543.58	6,358.777	137,540.35	4,398.143	95,131.84		33,916.3
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	und		458.00								0.0110	4.95	0.2747	123.63	0.2967	133.52	0.2857	128.57	0.8681
	ENSAYO DE RESISTENCIA DE TESTIGOS DE C...	und		25.00								1.4286	35.71	35.7143	892.86	38.5714	964.29	37.1429	928.57	112.8571
	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	gib		5,000.00	1.0000	5,000.00														1.0000

Nota. La imagen muestra el cronograma de adquisiciones generado en Delphin Express, una herramienta clave para la planificación y control logístico de los recursos del proyecto.

En esta vista se detallan los tipos de insumos clasificados en mano de obra y materiales, junto con sus respectivas unidades de medida, precios unitarios, cantidades mensuales y totales por cada período de ejecución. El panel central permite visualizar cómo se distribuyen los requerimientos de cada recurso a lo largo del tiempo, mes a mes, lo que facilita una gestión anticipada de compras, contrataciones y abastecimiento. Esta funcionalidad es especialmente útil para coordinar las adquisiciones con el avance programado de la obra, evitando retrasos por falta de recursos y optimizando el flujo financiero. Además, al estar vinculada con el cronograma físico y el calendario valorizado, cualquier modificación en la programación o en las cantidades se refleja automáticamente en este cronograma, asegurando la consistencia entre lo planificado y lo requerido. Esta herramienta le permite al usuario tomar decisiones informadas sobre tiempos de compra, almacenamiento y distribución de insumos, fortaleciendo el control integral del proyecto desde la etapa de planificación. Fuente: Delphin Express.

Figura 18

Estructura del diagrama de redes en Delphin Express



Nota. La imagen muestra el diagrama de redes generado en Delphin Express, una representación gráfica fundamental dentro de la planificación de obras que permite visualizar la secuencia lógica y temporal de las actividades del proyecto. En este diagrama, cada bloque representa una actividad, con sus fechas de inicio y fin, duración y dependencias claramente definidas. Las líneas que conectan los bloques indican las relaciones entre tareas, lo que facilita la identificación del camino crítico y permite analizar cómo una demora en una actividad puede afectar el plazo total del proyecto. Esta vista es especialmente útil para ingenieros, planificadores y supervisores, ya que proporciona una lectura clara y estructurada de cómo está organizada la ejecución de la obra. Además, al estar vinculada con el cronograma general del proyecto, cualquier modificación en duraciones, secuencias o dependencias se actualiza automáticamente, asegurando una planificación dinámica y coherente. La posibilidad de generar este tipo de visualización directamente desde la plataforma, sin necesidad de software adicional, demuestra una de las grandes ventajas que ofrece Delphin Express en la gestión integral de proyectos de construcción, por Delphin Express.

5.1.3 Resultados de la implementación

La implementación del software permitió alcanzar resultados concretos, medibles y alineados a los objetivos del proyecto:

- **Limitaciones durante el uso del delphin:**

Una de las limitaciones que presenta Delphin Express es la escasa flexibilidad para personalizar reportes. Aunque el software genera salidas como cronogramas, curvas “S” y valorizaciones de manera automática, los formatos son predeterminados y no permiten grandes modificaciones. Esto representa una desventaja cuando se requiere adaptar la información a formatos específicos solicitados por entidades públicas, clientes o presentaciones formales, obligando muchas veces a exportar los datos a Excel para darles el formato deseado. Además, el trabajo colaborativo en tiempo real se ve restringido, ya que Delphin no está diseñado para que varios usuarios trabajen simultáneamente sobre un mismo proyecto desde distintos equipos. Esta limitación puede dificultar la coordinación entre áreas como costos, metrados y programación, y aumentar el riesgo de errores si no se gestiona adecuadamente el intercambio de archivos.

- **Vinculación entre componentes:**

Delphin permite agilizar la elaboración de proyectos al vincular de forma automática el presupuesto, el cronograma y las especificaciones técnicas. Gracias a su diseño intuitivo, facilita la asociación de partidas presupuestales con actividades programadas, la creación de relaciones lógicas entre tareas y la generación de cronogramas valorizados que reflejan con precisión los costos y tiempos estimados. Asimismo, permite incorporar especificaciones técnicas detalladas por cada partida, automatizar informes y curvas de avance físico-financiero, reduce tiempos y garantiza coherencia en toda la documentación del proyecto.

- **Cantidad de reportes generados automáticamente:**

Delphin permite generar e imprimir una amplia gama de documentos para la planificación, ejecución y control de proyectos. Entre ellos se encuentran el presupuesto

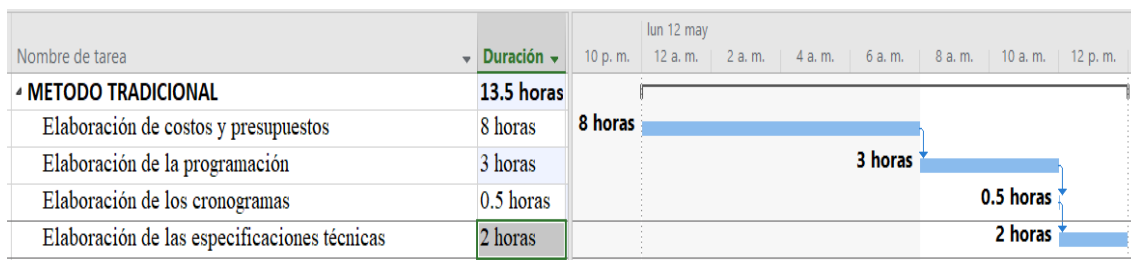
detallado con sus análisis de precios unitarios, resúmenes por capítulos y cálculos de costos indirectos como utilidad y gastos generales. También facilita la impresión de cronogramas de ejecución en formato Gantt, cronogramas valorizados por avance físico y económico, así como curvas S que permiten visualizar el progreso del proyecto. Además, permite obtener especificaciones técnicas por partida, listados de recursos como materiales, mano de obra y equipos, junto con sus rendimientos. Delphin también ofrece reportes de ruta crítica, tablas de precedencia de actividades y documentación administrativa necesaria para licitaciones o control de obra. Todos estos documentos pueden exportarse en formatos PDF, Excel o Word, adaptándose a los requerimientos técnicos y normativos tanto del sector público como privado.

Estos resultados superaron las expectativas iniciales y validaron la eficiencia del uso del software en comparación con el sistema tradicional, tal como recomienda el Manual de Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública del MEF (2021), el cual enfatiza la importancia de usar tecnologías integradas para mejorar la gestión del ciclo de inversión.

5.1.4 Conclusión del proceso de implementación

La implementación de Delphin Express demostró ser una estrategia efectiva para mejorar la formulación presupuestal del Proyecto. La integración de procesos, la trazabilidad técnica, la reducción de tiempo y la disminución de errores validan el potencial de esta herramienta como soporte fundamental en la gestión moderna de proyectos de inversión pública.

Durante la formulación de los costos y la programación del proyecto, se identificaron una serie de hitos que permitieron medir con precisión los tiempos requeridos para cada etapa de este proceso.

Figura 19*Estructura de la demanda de tiempo en la formulación con el uso del Delphin Express*

Nota. La implementación de Delphin Express demandó un total de 13.5 horas efectivas para la elaboración de los costos y la programación del proyecto, excluyendo los tiempos de descanso. De ese tiempo, 8 horas estuvieron destinadas específicamente a la formulación de los costos y presupuestos. Se aclara, que este proceso se llevó a cabo de manera dinámica, gracias a la vinculación directa entre las etapas de costos y programación, lo que permitió un desarrollo más ágil y coordinado del trabajo.

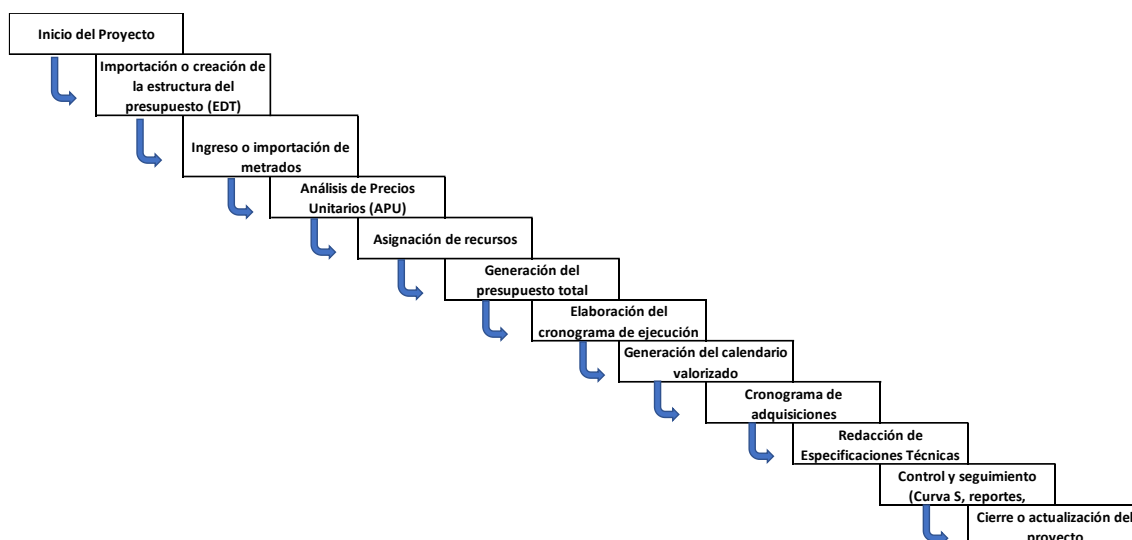
5.1.5 Evaluación del nivel de eficiencia alcanzado en la planificación del proyecto mediante indicadores de desempeño técnico y económico

La evaluación de la eficiencia alcanzada con la implementación del software Delphin Express en la elaboración del presupuesto del Proyecto fue realizada mediante un enfoque técnico-económico. Esta evaluación se sustentó en indicadores de rendimiento reconocido en la gestión de proyectos de inversión, así como por directrices establecidas en documentos del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y metodologías de control de proyectos como el PMI (Project Management Institute).

El análisis comparativo permitió contrastar el desempeño del nuevo enfoque (uso de Delphin Express como herramienta BIM) frente al método tradicional (fragmentado entre Excel, S10, MS Project y Word), en aspectos clave como tiempo, precisión, costos y satisfacción del equipo técnico.

Figura 20

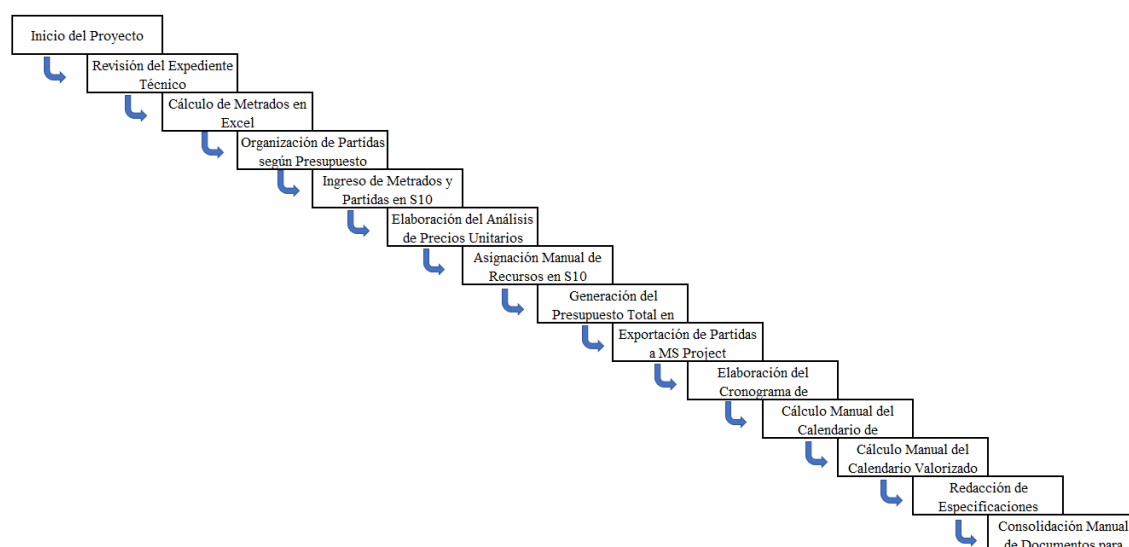
Diagrama de flujo de la elaboración de costos y programación en Delphin Express



Nota. Se observa en la imagen la secuencia de procesos, por Delphin Express.

Figura 21

Diagrama de flujo de la elaboración de costos y programación método tradicional



Nota. Se observa en la imagen la secuencia de procesos por parte de método tradicional.

5.1.6 Indicadores técnicos de eficiencia

Para medir la eficiencia técnica del proceso de planificación presupuestal, se establecieron los siguientes indicadores:

a) Reducción del tiempo de elaboración

La duración total del proceso presupuestal fue reducida de 24.7 horas (método tradicional) a 13.5 horas con el uso de Delphin Express. Esta reducción representa un ahorro temporal del 55.67% lo cual impacta directamente en la capacidad de formulación de los expedientes técnicos.

b) Disminución de errores técnicos

El sistema tradicional registró cinco errores críticos, mientras que con el nuevo enfoque se identificó solo un error menor durante la carga inicial de unidades. Esta mejora representa una reducción del 80% en errores técnicos, atribuible a la automatización de validaciones internas del software (verificación de coherencia entre metrados, APU y precios).

c) Trazabilidad entre componentes

Delphin permitió una integración total entre los metrados, partidas presupuestales, cronograma de obra y especificaciones técnicas. Esta trazabilidad fue calificada como “alta” según los criterios del *Manual de Buenas Prácticas en Gestión de Inversiones* del MEF, a diferencia del sistema anterior donde dicha vinculación era inexistente o forzada manualmente.

5.1.7 Eficiencia sistémica y lecciones aprendidas

Desde una perspectiva sistémica, la adopción de Delphin Express permitió al equipo técnico operar bajo un flujo de trabajo coordinado, coherente y automatizado. Entre las principales **lecciones aprendidas** se destacan:

- **La integración digital entre planificación, presupuesto y cronograma** mejora la toma de decisiones y la respuesta ante observaciones.
- **La capacitación inicial del equipo es fundamental** para garantizar el éxito de la implementación y minimizar la curva de aprendizaje.
- **El soporte técnico del proveedor del software** y su compatibilidad con formatos institucionales fortalecen su aplicabilidad en contextos públicos.

Estas lecciones están en concordancia con las recomendaciones de la *Guía de Implementación de Proyectos con Herramientas BIM* del Colegio de Ingenieros del Perú (2020), que resalta la necesidad de transitar de modelos de trabajo fragmentados a sistemas integrados para mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos públicos.

5.1.8 Conclusión del análisis de eficiencia

La evaluación del nivel de eficiencia alcanzado evidencia que la implementación del software Delphin Express representó una mejora sustancial en la planificación presupuestal del Proyecto de Carretera Yanakilca. Tanto los indicadores técnicos como los económicos demuestran que la herramienta permitió una formulación más rápida, precisa, trazable y con mayor aceptación por parte del equipo técnico.

Esta experiencia constituye una evidencia práctica del valor agregado que los sistemas BIM pueden aportar a la gestión de inversiones públicas, en línea con los principios de eficacia, eficiencia y transparencia promovidos por Invierte.pe.

5.2 Discusión

Los resultados obtenidos a lo largo del presente estudio evidencian de forma contundente las ventajas de incorporar herramientas tecnológicas integradas en la planificación de proyectos de inversión pública, particularmente en la etapa de formulación de costos y programación. El análisis comparativo entre el método tradicional y el uso del software Delphin Express ha permitido identificar diferencias sustanciales en términos de eficiencia, precisión y coherencia técnica.

Uno de los hallazgos más significativos fue la reducción del tiempo total de elaboración del presupuesto, pasando de 24.7 horas con el método tradicional a 13.5 horas con Delphin Express, lo que representa una mejora del 55.67%. Este resultado se traduce en una mayor productividad del equipo técnico, menor riesgo de retrasos en la entrega del expediente y, por consiguiente, una aceleración en el ciclo de inversión. Esta ganancia temporal es coherente con los lineamientos del Manual de Buenas Prácticas del MEF, que promueve el uso de soluciones digitales para la optimización de procesos.

Asimismo, la disminución de errores técnicos en un 80% refleja la eficacia del sistema automatizado de validaciones internas de Delphin Express. Mientras el sistema tradicional evidenció cinco errores críticos en metrados y presupuestos, el nuevo enfoque solo registró una observación menor, atribuida a la carga inicial de unidades. Esta mejora es particularmente relevante en el contexto de obras públicas, donde los errores de planificación pueden derivar en sobrecostos, observaciones por parte de entes fiscalizadores o incluso paralización de obras.

En cuanto a la trazabilidad, se constató que Delphin Express permitió integrar de manera automatizada los componentes clave del expediente técnico: metrados, análisis de precios unitarios, cronograma de ejecución, especificaciones técnicas y cronogramas valorizados. Esta integración favoreció la coherencia documental, redujo los reprocesos y fortaleció la transparencia en el uso de los recursos públicos. Además, el sistema ofreció reportes dinámicos que facilitaron el seguimiento y control del proyecto, aspecto limitado en el enfoque tradicional.

No obstante, también se identificaron limitaciones en el uso del software, como la escasa capacidad para personalizar reportes y la falta de soporte para trabajo colaborativo en tiempo real. Estos aspectos deben ser considerados en futuras versiones del sistema o complementados con herramientas externas para cumplir con requerimientos específicos de presentación institucional o gestión compartida del expediente.

En síntesis, los resultados obtenidos permiten concluir que el uso de Delphin Express no solo mejora la eficiencia operativa en la planificación del proyecto, sino que contribuye a fortalecer una cultura de gestión basada en datos, coherencia documental y control de calidad. Esta experiencia resulta extrapolable a otros proyectos de infraestructura en el ámbito regional y nacional, y representa un avance tangible hacia la modernización de los procesos de inversión pública en el Perú.

VI. Conclusiones

1. Del Objetivo general. Se determinó que la planificación presupuestal con el software Delphin Express es significativamente más eficaz que las herramientas tradicionales, en función del objetivo general de comparar su desempeño en el Proyecto Yanakilca, distrito Juan Espinoza Medrano – Antabamba – 2025. Esta eficacia se reflejó en una reducción del 55.67% en el tiempo de elaboración (de 24.7 a 13.5 horas), una disminución del 80% en errores técnicos (de cinco a uno), y una trazabilidad alta entre los componentes técnicos del expediente. A diferencia del enfoque tradicional, fragmentado y propenso a errores, el uso de Delphin Express permitió una integración automática y coherente entre metrados, presupuestos, cronogramas y especificaciones técnicas, demostrando una mejora sustancial en la calidad y eficiencia de la planificación.

2. Del Objetivo específico 1. El análisis del proceso tradicional reveló una metodología fragmentada y propensa a errores, sustentada en el uso de herramientas no integradas como Excel, S10, MS Project y Word. Esta separación generó múltiples reprocesos, falta de trazabilidad entre metrados, presupuesto y cronograma, así como demoras significativas en la elaboración del expediente técnico. La coordinación interdisciplinaria era manual, lo que incrementaba el riesgo de omisiones y errores de digitación, afectando negativamente la calidad y consistencia del proyecto.

3. Del Objetivo Específico 2. Se analizó la implementación de Delphin Express permitió integrar de forma efectiva los elementos esenciales del proyecto: metrados, análisis de precios unitarios, cronogramas de ejecución y especificaciones técnicas. Esta integración derivó en una reducción significativa del tiempo de formulación (13.5 horas frente a 24.7 horas del sistema tradicional), una menor incidencia de errores técnicos, y una trazabilidad alta entre todos los componentes. El entorno amigable, automatizado y centrado en el control del avance físico-financiero validó su eficacia como herramienta de planificación moderna.

4. Del Objetivo Específico 3. Se comparó la evaluación basada en indicadores técnicos y económicos demostró que el uso de Delphin Express incrementó de forma

notable la eficiencia en la planificación del proyecto. Se logró una reducción del 55.67% en el tiempo de elaboración, una disminución del 80% en errores técnicos, y una mejora sustancial en la trazabilidad de los datos. Estos logros validan la superioridad del enfoque tecnológico frente al tradicional, en términos de productividad, control y alineamiento con las mejores prácticas del MEF y del PMI.

VII. Recomendaciones

1. Del Objetivo general. Se recomienda que las entidades responsables de la formulación de proyectos de inversión pública adopten de forma institucional herramientas tecnológicas integradas como Delphin Express, debido a los beneficios demostrados en eficiencia, reducción de errores y trazabilidad documental. Además, se sugiere establecer programas de capacitación técnica continua, garantizar el acceso a licencias oficiales y promover el uso de indicadores técnicos y económicos en todas las etapas del ciclo de inversión, a fin de mejorar la calidad del gasto público, agilizar los procesos y fortalecer la transparencia en la gestión de obras públicas.

2. Del Objetivo específico 1. Se recomienda reemplazar progresivamente el uso de metodologías tradicionales en la formulación de proyectos públicos por sistemas integrados que permitan vincular los distintos componentes técnicos. Asimismo, se sugiere capacitar a los equipos técnicos en el uso de metodologías BIM y promover la interoperabilidad entre plataformas desde las primeras fases de planificación, a fin de minimizar errores, reducir tiempos y garantizar la coherencia documental.

3. Del Objetivo específico 2. Se recomienda institucionalizar el uso del software Delphin Express u otras herramientas BIM en las entidades públicas encargadas de la formulación de proyectos, considerando su impacto positivo en la eficiencia y calidad de los expedientes técnicos. Además, es fundamental asegurar el acceso a licencias oficiales, soporte técnico y programas de capacitación continua para los profesionales involucrados, a fin de aprovechar al máximo las funcionalidades del sistema.

4. Del Objetivo específico 3. Se recomienda incorporar el uso de indicadores técnicos y económicos en todas las fases del ciclo de inversión pública como herramienta de monitoreo y mejora continua. También se sugiere establecer protocolos institucionales para la medición sistemática de desempeño en proyectos de infraestructura, utilizando benchmarks obtenidos mediante herramientas BIM. Esto permitirá no solo optimizar recursos, sino también mejorar la transparencia y sostenibilidad de las obras públicas.

VIII. Referencias

- ACCABIM. (2023). Las dimensiones del BIM explicadas: de 1D a 7D. <https://accabim.com/las-dimensiones-del-bim-explicadas-1d-2d-3d-4d-5d-6d-7d/>
- Alpha Consultoría. (s.f.). Microsoft Project: ¿Qué es y para qué sirve? <https://www.alpha-consultoria.com/que-es-microsoft-project-y-para-que-sirve/>
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación científica. Episteme. <https://episteme.la/wp-content/uploads/2022/02/Fidias-Arias.pdf>
- Autodesk. (s.f.). ¿Qué es BIM? <https://www.autodesk.com/mx/solutions/bim>
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación. Pearson Educación. https://www.academia.edu/38746990/Metodologia_de_la_Investigacion_Bernal_Carlos_A
- BuildingSMART Spain. (s.f.). *¿Qué es BIM?*.
- Caller, E. J., & Gorveña }, M. J. (2024). *Análisis comparativo del proyecto de mejoramiento de las vías vehiculares y peatonales en la calle y jirón Santiago en la APV. Manahuañoncca I etapa, distrito de Santiago – Cusco – Cusco, con la aplicación del BIM* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio UNSAAC. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/8793>
- Cámara Peruana de la Construcción. (2022). *Planificación y control de obras con BIM*. <https://capeco.org/publicaciones/planificacion-y-control-de-obras-con-bim/>
- Castañeda, K., Sánchez, O., Herrera, R.F., Gómez-Cabrera, A., & Mejía, G. (2024). Building Information Modeling Uses and Complementary Technologies in Road Projects: A Systematic Review. *Buildings*, 14(3), 563. <https://doi.org/10.3390/buildings14030563>
- Castañeda, K., Sánchez, O., Peña, C. A., Herrera, R. F., & Mejía, G. (2025). BIM Uses for Mitigating Deficiencies in Road Scheduling Planning. *Sustainability*, 17(6), 2729. <https://doi.org/10.3390/su17062729>

- Cemento Andino. (s.f.). *Todo lo que necesitas saber sobre metrados*.
<https://cementoandino.com.pe/blog/notice/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-metrados>
- Marca, J. L. (2022). *Influencia de la metodología Building Information Modeling en la formulación del Expediente Técnico de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Apurímac – Abancay, 2021* [Tesis de pre grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio UTEA.
<https://hdl.handle.net/20.500.14512/610>
- Chávez Zavaleta, R. J. (2022). *Modelo BIM para la planeación de la obra del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga – San Martín, 2022* [Tesis de pre grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/114726>
- Chino Fur, D. A. (2023). *Eficiencia del software Delphin Express BIM 2019 para la elaboración de costos y presupuestos de proyectos civiles en el Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad José Carlos Mariátegui]. Repositorio UJCM.
<https://hdl.handle.net/20.500.12819/2258>
- CONCYTEC. (2022). Código Nacional de Ética Científica.
https://portal.concytec.gob.pe/images/stories/2022/OTROS/CODIGO_NACIONAL_DE_ETICA_CIENTIFICA.pdf
- CYPE Perú. (s.f.). El presupuesto de obra: 3 conceptos que debes saber.
<https://www.cype.pe/blog/el-presupuesto-de-obra-3-conceptos-que-debes-saber/>
- Das, K., Khursheed, S., & Paul, V. K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies. *Discover Materials*, 5(25).
<https://link.springer.com/article/10.1007/s43939-025-00200-2>
- Delphin Express. (s.f.). Delphin Express. <https://www.ddbexpress.com/>
- Delphin Technology. (2022). *Delphin Express - Plataforma de gestión y modelado BIM para proyectos de inversión pública*. <https://delphin.pe>

- EUPV. (2022). Modelado 2D, 3D y las dimensiones BIM. Escuela Universitaria Politécnica de Valencia. <https://www.eupv.es/blog/modelado-2d-3d-bim/>
- Haider, U., Khan, U., Nazir, A., & Humayon, M. (2020). Cost Comparison of a Building Project by Manual and BIM. *Civil Engineering Journal*, 6(1), 34–45. https://www.researchgate.net/publication/338334500_Cost_Comparison_of_a_Building_Project_by_Manual_and_BIM
- Heb MERMA. (s.f.). Formato Excel para Metrado de Casa Multifamiliar. <https://hebmerma.com/metrados-en-edificaciones/formato-excel-para-metrado-de-casa-multifamiliar/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448186570.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448618043.pdf>
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2021). *Manual de programación de obras de edificación*. <https://www.construccion.org.pe/manuales>
- Carbajal, G. R., & Paucarmayta Añamaco, F. R. (2024). *Evaluación con la metodología BIM de proyectos de infraestructura educativa del nivel primario ejecutados por administración directa en la provincia de Grau, región Apurímac en el periodo 2019 - 2021* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Alicia – CONCYTEC. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNS_42297111eebf09d5926079a2351aa0a
- Mawi. (s.f.). Presupuesto de obra: ¿Qué es y cómo se elabora? <https://mawi.io/presupuesto-de-obra-que-es-y-como-se-elabora/>
- McKinsey & Company. (2017). *Reinventing construction through a productivity revolution*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>

- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2022). *Guía metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública con enfoque BIM*. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. <https://www.gob.pe/institucion/mef/informes-publicaciones/2890642-guia-metodologica-para-la-formulacion-y-evaluacion-de-proyectos-de-inversion-publica-con-enfoque-bim>
- Moreno Bazán, Á., Alberti, M. G., Arcos Álvarez, A., & Alonso Trigueros, J. (2020). New Perspectives for BIM Usage in Transportation Infrastructure Projects. *Applied Sciences*, 10(20), 7072. <https://doi.org/10.3390/app10207072>
- Pillaca Álvarez, A. M., & Saavedra Soria, J. M. (2022). *Aplicación de la metodología BIM para la optimización del diseño geométrico de la vía Evitamiento de Abancay – Apurímac, 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Alicia – CONCYTEC. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_e2671a48dca380ee002221973225f106
- ProjectManager. (s.f.). ¿Cómo Hacer un Cronograma de Obra? <https://www.projectmanager.com/es/cronograma-de-obra>
- Rivero Carpio, J. (2021). *Aplicación de la metodología BIM para el análisis de metrados y presupuesto en la carretera Chiquián – Huallanca – sector Cuncush – Huancapampa, Áncash* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNSAM. <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/20.500.12927/2444>
- Rivero Carpio, J. (2021). *Implementación de herramientas BIM para la gestión de proyectos de infraestructura vial a nivel de apertura de trocha carrozable* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio UNSM. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/10414>
- S10 Perú. (s.f.). Presupuestos. <https://www.s10peru.com/presupuestos/>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

https://www.mheducation.com.mx/assets/custom/mhe/latam/muestras/Sampieri_6_ed_Muestra.pdf

SlideShare. (s.f.). Presupuesto de obra (S10).

<https://es.slideshare.net/slideshow/presupuesto-de-obra-s10pdf/253472855>

Truss. (s.f.). Estrategias para un presupuesto de construcción eficaz.

<https://www.trusspayments.com/es/blog-posts/strategies-for-effective-construction-budgeting-maximizing-efficiency-and-minimizing-costs>

Zhao, L., Liu, Z., & Mbachu, J. (2019). Highway alignment optimization: An integrated BIM and GIS approach. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(4), 172.

<https://doi.org/10.3390/ijgi8040172>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes