

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“LA FOTOGRAMETRÍA PARA LA OPTIMIZACION  
DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE UN  
TRAMO DE CARRETERA, DEL DISTRITO DE  
CHALLHUAHUACHO - PROVINCIA DE  
COTABAMBAS - DEPARTAMENTO DE  
APURIMAC, 2023.”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

Alexander Godofredo Romero Araujo

Asesor:

Mg. Ruben Kevin Manturano Chipana

<https://orcid.org/0000-0002-9685-2886>

Lima - Perú

2023

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>JOSE LUIS NEYRA TORRES</b>	<b>21454204</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	<b>NEICER CAMPOS VASQUEZ</b>	<b>42584435</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	<b>ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ</b>	<b>42009981</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Tesis Romero Araujo Alexander

#### ORIGINALITY REPORT

<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>2%</b>	<b>6%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

#### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>tesis.unsm.edu.pe</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repository.unimilitar.edu.co</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>laccei.org</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uprit.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>pt.slideshare.net</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.pucp.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>D &amp; E DESARROLLO Y ECOLOGIA S.A.C.</b> "Evaluación Ambiental del Proyecto de Exploración Las Bambas-IGA0000956", R.D. N° 086-2005-MEM/AAM, 2020 Publication	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unamba.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

## **DEDICATORIA**

A mi familia que son ejemplo de perseverancia, dedicación y superación, además de brindarme apoyo y comprensión, y ayudarme a lograr mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haber permitido terminar el desarrollo de mi tesis asimismo a mi asesor y a mis padres por apoyarme en el logro de mis metas y objetivos profesionales.

## Tabla de contenido

Jurado evaluador .....	2
Informe de similitud .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Realidad problemática.....	12
1.1.1. Antecedentes.....	16
1.1.2 Definiciones Conceptuales.....	23
1.2. Formulación del problema.....	27
1.3. Objetivos.....	29
1.4. Hipótesis.....	30
1.5 Justificación.....	30
CAPÍTULO II. METODOLOGIA.....	32
2.1 Tipo de investigación.....	32
2.2. Población y muestra.....	33
2.2.1. Población.....	33
2.2.2. Muestra.....	33
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
2.4. Procedimiento de recolección de datos.....	35
2.5. Aspectos éticos.....	55
CAPITULO III. RESULTADOS.....	56
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	68
4.1. Limitaciones: .....	68
4.2. Discusión: .....	69
4.2.1 Implicancias: .....	72
4.2.2 Análisis comparativo: .....	73
4.3. Conclusiones: .....	77

4.4. Recomendaciones: .....	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS.....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones técnicas de la maquina	34
Tabla 2 Ubicación del proyecto fotogrametría	36
Tabla 3 Vehículo de Diseño	41
Tabla 4 Rangos de Velocidades de Diseño en función a la clasificación por demanda y orografía.	42
Tabla 5 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carrete.	43
Tabla 6 Longitudes de tramos en tangente.	44
Tabla 7 Pendientes Máximas (%)	49
Tabla 8 Anchos mínimos de calzada en tangente.	50
Tabla 9 Ancho de bermas.	50
Tabla 10 Valores de bombeo de la calzada.	51
Tabla 11 Valores de peralte máximo.	51
Tabla 12 Parámetros de diseño geométrico.	52
Tabla 13 Coordenadas de BM del campo y expediente	53
Tabla 14 Interpretación de los valores de correlación de Rho de Spearman	56
Tabla 15 Tabla de datos para determina la diferencia de volumen de movimiento de tierras.	57
Tabla 16 Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del corte	60
Tabla 17 Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del relleno	61
Tabla 18 Resumen de resultados de tiempo	62
Tabla 19 Cuadro de comparativa tradicional y Fotogrametría (%)	64
Tabla 20 Presupuesto con mayores metrados	66
Tabla 21 Matriz de operacionalización	85
Tabla 22 operacional de variable	86
Tabla 23Metrado de movimiento de tierras tradicional	109
Tabla 24Metrado de movimiento de tierras con la fotogrametría	114



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo Diseño.....	14
Figura 2. Fotogrametría Aérea. ....	24
Figura 3. Fases del proceso fotogramétrico digital. ....	24
Figura 4 Demostración un modelo fotogramétrico con dron: nube de puntos, malla 3D y modelo texturizado.....	27
Figura 5: Croquis general del proyecto.....	33
Figura 6 Croquis del tramo Seleccionado .....	34
Figura 7 Localización del departamento de Apurímac y Provincia de Cotabambas.....	37
Figura 8 Localización del Centro de la comunidad campesina de queuña– Apurimac.....	37
Figura 9 Visita e identificación del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac .....	38
Figura 10 Inspección del terreno en zona accidentadas. ....	39
Figura 11 inicio para el levantamiento en dron.....	40
Figura 12 vista del Centro de la comunidad campesina de queuña– Apurimac.....	40
Figura 13 Distancia de visibilidad de parada (Dp).....	46
Figura 14 Distancia de visibilidad de paso (Da) .....	47
Figura 15 Sobreancho en las curvas.....	48
Figura 16 Obtención de levantamiento en dron .....	53
Figura 17 Diseño de la carretera con ISTRAM.....	54
figura 18 grafico de Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del corte.....	60
figura 19 Grafico Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del relleno.....	61
figura 20 Gráfica representativa y comparativa del tiempo .....	62
figura 21 Gráfica representativa y comparativa del control volumétrico en función al corte .....	64
figura 22 Gráfica representativa y comparativa del control volumétrico en función al relleno ..	65
figura 23 Gráfica representativa y comparativa del costo presupuesto en función al corte. ....	66
figura 24 Gráfica representativa y comparativa del costo presupuesto en función al relleno. ....	67
figura 25 <b>Inicio de la vía. Prog. 00+00 al 1+00.</b> .....	93
figura 26 <b>Inicio de la vía. Prog. 1+00 al 2+00.</b> .....	93
figura 27 <b>Inicio de la vía. Prog. 2+00 al 3+033.29</b> .....	94
figura 28 <b>BM 01</b> .....	94
figura 29 <b>BM 02</b> .....	95
figura 30 <b>BM 03</b> .....	95
figura 31 <b>BM 04</b> .....	96
figura 32 <b>BM 05</b> .....	96
figura 33 Plano Clave Carretera TRAMO I TRAMO II TRAMO III-PC-01 .....	97
figura 34 <b>MAPA DE UBICACION</b> .....	98
figura 35 Secciones Transversales Tramo 0+00 al 0+500 .....	99
figura 36 Secciones Transversales Tramo 0+520 al 1+020 .....	100
figura 37 Secciones Transversales Tramo 1+040 al 1+520 .....	101
figura 38 Secciones Transversales Tramo 1+540 al 2+170 .....	102
figura 39 Secciones Transversales Tramo 2+180 al 2+660 .....	103
figura 40 Secciones Transversales Tramo 2+680 al 3+033.39 .....	104
figura 41 Perfil Longitudinal Tramo 0+000 al 1+000 .....	105
figura 42 Perfil Longitudinal Tramo 1+000 al 2+000 .....	106
figura 43 Perfil Longitudinal Tramo 2+000 al 3+000 .....	107
figura 44 Perfil Longitudinal Tramo 3+000 al 3+033.29.....	108
figura 45 ESPECS. TÉCNICAS DJI MAVIC 3 ENTERPRISE (3E).....	119

## RESUMEN

El presente estudio busca implantar la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho en Apurímac. El propósito de esta investigación es determinar la influencia de la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico. El enfoque de esta investigación es cuantitativo, tipo es aplicado, Diseño es cuasi experimental y corte transversal. Tipo de instrumentos de medición: observación y Dron MAVIC 3 ENTERPRISE RTK. La población una carretera de longitud de 6+957.30 Km. y la muestra será de un Tramo I (0+000 a 3+033.29). Los resultados obtenidos mediante el método estadístico de la prueba Rho de Spearman alcanzaron valores de 0,516 y 0,073. En conclusión, Se puede confirmar el impacto de la fotogrametría influye hasta en un 51% en la optimización de los levantamientos topográficos, logrando una reducción de 20 días en la ejecución del movimiento de tierra, el caso del corte realizo un incremento 24.50% y en relleno 49.97% siendo una influencia en el costo equivalente S/ 31,777.50 soles en función al corte y S/ 20,190.33 soles en función al relleno generados por mayores metros.

**PALABRAS CLAVES:** Fotogrametría, levantamiento topográfico, optimización.

## ABSTRACT

The present study seeks to implement photogrammetry in the optimization of topographic survey of a stretch of road in the district of challhuahuacho in Apurimac. The purpose of this research is to determine the influence of photogrammetry in the optimization of topographic survey. The approach of this research is quantitative, type is applied, design is quasi-experimental and cross-sectional. Type of measurement instruments: observation and Drone MAVIC 3 ENTERPRISE RTK. The population is a road with a length of 6+957.30 Km. and the sample will be a Section I (0+000 to 3+033.29). The results obtained through the statistical method of Spearman's Rho test reached values of 0.516 and 0.073. In conclusion, it can be confirmed the impact of photogrammetry influences up to 51% in the optimization of topographic surveys, achieving a reduction of 20 days in the execution of earthworks, the case of cutting realized an increase 24.50% and in backfill 49.97% being an influence in the equivalent cost S/ 31,777.50 soles in function to the cut and S/ 20,190.33 soles in function to the backfill generated by greater metrics.

**KEYWORDS:** Photogrammetry, topographic survey, optimization.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene como objetivo implementar la fotogrametría en el contexto de proyectos de infraestructura vial considerados importantes para el desarrollo del país. Porque son canales de comunicación y base principal de los intercambios comerciales que conducen a la mejora socioeconómica de las ciudades.

El uso de la fotogrametría para optimizar los estudios de carreteras puede detectar y resolver problemas de visualización y dar forma a las inconsistencias de un área geográfica determinada (permitiendo así un mejor modelado y planificación del trabajo que otros programas). El 2D no simplificó el proceso de planificación y a menudo dio lugar a datos de campo distorsionados. Esto provoca retrasos y sobrecostos.

### 1.1 Realidad problemática

En América Latina, los proyectos lineales o de carreteras son la fuente más importante y de mayor alcance para el transporte de personas, recursos y productos desde los lugares más remotos hasta los puntos de recogida finales. Por este motivo, en la construcción de carreteras se busca utilizar herramientas técnicas para encontrar el equilibrio entre tiempos y costes para un determinado número de vehículos o unidades de transporte.

La fotogrametría permite y proporciona datos y dibujos en 3D de edificios, estructuras de ingeniería, movimientos de tierras y escenarios de películas. Lo que va permitir trabajar en zonas de mayor dificultad de acceso y en tramos cerrados sin asfaltar y con muchos desniveles tipo trocha.

La optimización de levantamiento topográfico para el mejoramiento de un tramo de carretera se puede enfocar en varios aspectos mediante la fotogrametría que se base en

tomar medidas desde el aire, en la que se sugiera procedimientos basados en la experiencia y nuevos lineamientos.

En países como Chile, Colombia o Brasil, la aplicación de la fotogrametría en proyecto de infraestructura vial es poco difundida; según Del rio, et al. (2020), Esta herramienta respalda recomendaciones y mejora las operaciones a través de estrategias de gestión del tiempo de investigación. Otra ventaja es que sólo se necesita una persona para operar y programar el dron topográfico. Asimismo, sostiene, que la fotogrametría en la optimización del control volumétrico para el mejoramiento de levantamiento topográfico ha venido a quedarse, trayendo consigo grandes oportunidades de mejora con importantes beneficios que deben ser tenidos en cuenta en el desarrollo tecnológico de planos geométricos en la construcción de carreteras mediante fotogrametría.

La evaluación real de las pérdidas económicas durante el proceso de planificación vial a menudo se pasa por alto debido a la falta de optimización de los recursos dentro del proyecto y a la falta de un seguimiento más completo en la fase de diseño. Actualmente, la planificación vial en nuestro país se realiza de forma tradicional, ya que ciertos parámetros no se tienen en cuenta en todas las etapas importantes de la construcción de carreteras. Esto se debe a que no en todas las fases se aplican métodos de trabajo que maximicen el valor del proyecto. Los principales problemas que surgen son la duplicación de trabajos, las discrepancias entre diseños y planos, las desviaciones bruscas en el diseño y la separación de las áreas involucradas.

Estos problemas pueden parecer no relacionados, pero resultan en pérdida de tiempo y costos innecesarios, lo que afecta punto a las empresas como a los contratistas durante el proceso de construcción de la carretera. El objetivo de este trabajo es reducir los problemas encontrados durante la etapa de diseño, integrando el beneficio de

metodologías que cumplan con los estándares de género y sean consistentes con las normas recogidas en el Manual de Carreteras de nuestro país. La fotogrametría notificación cómo el ajuste de adquisiciones de insumos (contemplar Materiales y Equipos) en proyectos viales agrupa permanentemente procesos en todas las etapas de la obra. Aquí, el grado de efectividad consiste esencialmente en la ejecución conjunta de equipos, materiales y el tajo coordinado de todas las nociones necesarias, cumpliendo con los requisitos establecidos por las normas de desempeño.

En el Perú, y especialmente en Lima, las nuevas tecnologías en la construcción no son desconocidas, por lo que es necesario promover la participación de la industria de la construcción en el manejo de la fotogrametría a través de capacitaciones y promover el uso de la fotogrametría por etapas. Según Hilario, Q. (2015). esta herramienta no sólo sirve para identificar fallos, como muchos creen, sino para gestionar los procesos de construcción de forma integral, con un seguimiento exhaustivo de la información virtual, métricas, mapeo de procesos y sesiones de hielo. También creemos que el orbe de la edificación está cambiando y nos esforzamos por corregir y perfeccionar continuamente nuestros procesos.

En la actualidad, en las regiones alejadas de la capital peruana, siguen existiendo grandes problemas en las fases de preplanificación, planificación y ejecución del proyecto, que llevan al abandono de las obras, debido a la mala gestión de las mismas, dando lugar a proyectos inacabados y/o sobrevalorados (Nieto, 2017). Esto se refleja en la inadecuada planificación previa a la ejecución del proyecto y, sobre todo, en la escasa formación del personal en la ejecución de las obras.

Figura 1.

*Modelo Diseño.*



Fuente: <https://www.buildingsunlimited.net/construction-management/design-bid-build/>

Los defectos en el proceso de construcción, que a menudo pasan desapercibidos, pueden provocar no sólo pérdidas económicas durante el proceso de construcción de la carretera, sino también cambios debido a recursos subóptimos dentro del proyecto, sí, y esto es evidente por la falta de un seguimiento más completo. En la fase de diseño. En algunos casos, esto se debe a que el ciclo de uso ha llegado al final. Esto representa un alto factor de riesgo y peligro para el proyecto y requiere el cumplimiento del cronograma, los costos y la gestión del trabajo durante la construcción. (Gordillo, 2014).

La causa es la falta de visualización del proyecto mediante el uso de planos en 2D, por lo que la comprensión se retrasa durante la ejecución, Sin embargo, la fotogrametría aérea ha acelerado su desarrollo tecnológico y evolucionado con el tiempo. Se encarga de calcular las dimensiones y posición de los objetos en el espacio a partir de medidas tomadas en fotografías (Santos y Albert, 2014). Asimismo, En nuestro país la planificación vial se realiza de forma tradicional, ya que ciertos parámetros no se tienen en cuenta en todas las etapas importantes de los proyectos de construcción de carreteras. Esto se debe a que no se utilizaron métodos de trabajo que maximicen los costos en todas las etapas del proyecto. Los principales problemas que surgen incluyen duplicación de esfuerzos, inconsistencias entre proyectos y planes, desviaciones repentinas en el diseño

y división de responsabilidades, etc.

El resultado es un sobrecoste durante la fase de construcción debido a las repeticiones en la elaboración del proyecto, la falta de coordinación entre diferentes disciplinas durante la fase de diseño del proyecto y no tener en cuenta los cambios por nivelación del terreno durante la fase de ejecución de la construcción. (González, D. 2013). Esto último puede incluir la incompatibilidad de los ejes de la carretera y el pavimento, así como las diferencias de cota que no se rectifiquen, lo que supone una pérdida de tiempo, retrasando aún más la entrega del proyecto e incumpliendo los parámetros de entrega del mismo.

### **1.1.1. Antecedentes**

#### **Antecedentes Internacionales**

Collazos, J (2018) hicieron el informe “Evaluación de modelos digitales de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el cálculo de volúmenes”, para lograr la Especialización en Geomática en la Universidad Militar Nueva Granada en Bogotá. El objetivo general fue evaluar modelos digitales de terreno (DTM) derivados del terreno convencional tradicional y del terreno de drones. Para calcular el volumen se utilizó un área específica de un botadero de material de construcción. Los resultados mostraron una similitud razonable entre los modelos digitales del terreno en términos de precisión. Sin embargo, se puede concluir que la topografía con drones es una técnica adecuada para recopilar datos topográficos y no tiene paralelo en términos de eficiencia en el terreno con una precisión comparable. Además, el método de topografía con drones produce no sólo un DSM (modelo digital de superficie) sino también un ortomosaico georreferenciado muy detallado, lo que añade un valor significativo a los resultados proporcionados.



Del Río et al. (2020), titulado "Análisis Comparativo de Levantamiento Topográfico Tradicional y Tecnología de Drones", publicado en el número 2 del volumen 14 de la revista de Arquitectura e Ingeniería en Cuba, se llevó a cabo una investigación cuyo objetivo principal fue comparar cuatro métodos de levantamiento topográfico. La metodología utilizada en este estudio implicó el empleo de un dron modelo Phantom 4 Pro y el software Pix4D. A partir de los datos recopilados, se procedió a comparar la precisión del método tradicional con la del dron. En última instancia, las conclusiones generales del estudio indicaron que, a partir de la comparación de estos cuatro métodos, se pudo observar que el método tradicional requiere una considerable cantidad de tiempo y la participación de al menos dos personas para su ejecución. Por otro lado, el levantamiento con drones demostró ser mucho más eficiente en términos de tiempo, ya que solo requirió la intervención de una persona para llevarlo a cabo.

Jiménez et al. (2019) realizaron el estudio "Análisis Comparativo entre Levantamientos Topográficos con Estación Total como Método Directo y el Uso de 20 Drones y GPS como Métodos Indirectos", con el objetivo de obtener el título de Ingeniero Civil en la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador en Ecuador, se llevó a cabo una investigación con el propósito general de analizar y comparar dos enfoques para el levantamiento topográfico: el método directo utilizando una estación total y el método indirecto que involucra el uso de drones y GPS. Los resultados obtenidos de la comparación entre la estación total y el GPS revelaron que la mayor desviación en el eje X fue de 0.023 metros, en el eje Y de 0.020 metros y en la elevación de 0.039 metros. En cuanto a la comparación entre la estación total y el dron, se encontró una mayor desviación en el eje X de 0.059 metros, en el eje Y de 0.037 metros y en la elevación de 0.313 metros. Por último, en la comparación entre

el GPS y el dron, la mayor desviación en el eje X fue de 0.038 metros, en el eje Y de 0.041 metros y en la elevación de 0.287 metros. En resumen, la conclusión general del estudio indicó que tanto el uso de la estación total como el empleo de drones y GPS proporcionaron resultados comparables, destacando el dron como el método más viable debido a su versatilidad y eficiencia en la recopilación de datos topográficos.

Gómez (2016) presentó la investigación “Trabajos topográficos en la ejecución de las subestaciones eléctricas de tracción y los centros de autotransformación asociados a la línea de alta velocidad del tramo Valladolid León Burgos”, para lograr el título de Ingeniero Civil en la Universidad Politécnica de Valencia en España. La finalidad principal del estudio fue diseñar las subestaciones eléctricas de tracción y algunos centros de autotransformación que se asociaron con la línea ferroviaria de gran velocidad Valladolid León Burgos. La metodología de este proyecto se basó en tres modelos distintos: las subestaciones, los centros de autotransformación intermedios y finales. Estos centros se ubicaron en plataformas que determinaron un diseño específico para cada uno de ellos. Los trabajos topográficos comenzaron con la instalación de una red de bases, seguidos por levantamientos topográficos y el encaje planimétrico con una definición geométrica precisa. Posteriormente, se realizaron actividades como el movimiento de tierras, levantamiento topográfico del edificio de control, cimentaciones exteriores, canalizaciones, cerramientos y bordillos. Es relevante mencionar que las subestaciones excavadas dentro del perímetro completo se llevaron a cabo a una profundidad de 1.40 metros. En conclusión, el estudio destacó que la ejecución del proyecto enfrentó desafíos técnicos significativos, especialmente en lo que respecta a los trabajos topográficos en las áreas designadas.

Toro, O. & Rojas, G. (2016) indagaron el estudio “Diseño e implementación de

un servicio de levantamientos topográficos por medio de drones”, para lograr el 22 título de Especialista en Gerencia de Proyecto dentro de la Universidad Piloto de Colombia. Cuyo objetivo general fue diseñar y aplicar la línea de los levantamientos topográficos realizados con drones. El estudio fue de nivel descriptivo, aplicó el diseño experimental y fue tipo aplicado. La metodología de investigación consistió en la revisión de documentos y la observación directa. Los instrumentos son hojas de verificación y hojas de observación por parte de un grupo objetivo de personas naturales y jurídicas de los sectores agrícola, energético y de la construcción. El estudio encontró que el 59% de los profesionales encuestados trabajan en proyectos de infraestructura e ingeniería. Además, el 14% dijo que brinda servicios topográficos y cartográficos trimestralmente, y el 6% dijo que utiliza drones y fotogrametría para realizar trabajos topográficos. En resumen, se concluyó que el uso de drones en trabajos topográficos tiene el potencial de reducir significativamente los costos operativos, convirtiéndolos en una herramienta valiosa para aumentar el valor y la eficiencia para las empresas de los sectores de agricultura, energía y construcción.

### **Antecedentes Nacionales**

Marin, J. & Vilela, J. (2022). investigó “Análisis de un levantamiento fotogramétrico frente a un levantamiento topográfico entre los kilómetros 96 y 98 del tramo PE-08B de la red vial nacional Cajamarca - Celendín”, para ser Ingeniero Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte. El objetivo fue analizar, desarrollar y comparar un levantamiento fotogramétrico entre los kilómetros 96 y 98 del tramo PE-08B de la red vial nacional Cajamarca-Celendín, ubicado a una altitud promedio de 2770 metros, con un levantamiento topográfico. El método de investigación

fue la observación directa, y como herramienta se utilizó una ficha de observación. Los resultados de fotogrametría con el dron DJI PHANTHOM 4 PRO son 3,26 veces más baratos que los levantamientos topográficos con estación total. Aunque es un 25% más rápido en términos de tiempo de trabajo, este estudio con drones carece de precisión en términos de altura del punto.

Pedraza (2019) investigó “Análisis comparativo del levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos – 2019”, Optando por ser ingeniero civil con mención de diseño de infraestructura vial, título brindado por la facultad de ingeniería de la Universidad César Vallejo. Su razón de ser fue determinar en qué se diferencia el levantamiento topográfico tradicional y a través del RPAS. El propósito fundamental de este estudio fue identificar las diferencias entre los levantamientos topográficos convencionales y aquellos realizados mediante RPAS (Sistemas Aéreos Pilotados a Distancia). El enfoque del estudio fue de carácter aplicado, con un nivel explicativo, adoptando un enfoque cuantitativo y empleando un diseño transversal que no implicó experimentación con las muestras. Los levantamientos topográficos se llevaron a cabo en un distrito específico como área de estudio. Los resultados obtenidos mostraron que el error horizontal promedio fue de 0.010 metros en el levantamiento topográfico tradicional, mientras que en el levantamiento realizado con RPAS fue de 0.021 metros. En cuanto al error total, se registró un valor de 0.013 metros en el levantamiento tradicional y de 0.030 metros en el levantamiento con drones. En términos de tiempo y costo, se observó que el levantamiento topográfico tradicional requería aproximadamente 6 horas y tenía un costo de s/ 1886.50, mientras que el levantamiento con drones se completaba en tan solo 1 hora de trabajo de campo y

tenía un costo de s/ 1084.50. En conclusión, los resultados del estudio indicaron que el levantamiento topográfico realizado con drones demostró ser más eficiente, ya que recolectó datos en menos tiempo, presentó un error total menor y resultó ser más económico en comparación con el método tradicional.

Ayala (2018) estudió “Evaluación de levantamientos topográficos con dron y estación total, Quebrada Señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho”, optando por ser Ingeniero Civil título brindado por la Universidad Privada de Trujillo. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la confiabilidad y eficiencia de dos enfoques diferentes. El estudio se caracterizó por ser de naturaleza aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño descriptivo, sin incluir experimentación. El ámbito de estudio se centró en el distrito de Ayacucho, y se extrajo una muestra de 24 elementos para llevar a cabo el análisis. Para recopilar información, se utilizó la observación directa, respaldada por fichas de observación como herramienta de registro de datos. Los resultados revelaron que los levantamientos topográficos realizados con drones demostraron una confiabilidad del 95% en términos de precisión. En cuanto al tiempo requerido para completar los trabajos, se observó que el uso de drones implicó un período de 15 horas y 50 minutos, en comparación con las 9 horas y 45 minutos necesarios para el método tradicional. Además, se identificó que el uso de drones resultó ser un 23.52% más económico en comparación con el enfoque tradicional. En resumen, la conclusión principal de este estudio subraya que los drones utilizados en los levantamientos topográficos ofrecieron una opción más conveniente, requirieron menos tiempo y resultaron ser más rentables en comparación con los métodos tradicionales.

Bejarano, J. & Palomino, J. (2021) realizó la tesis “Análisis comparativo del levantamiento fotogramétrico y estación total en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento progresiva 0+000 al 3+837.26 KM - Otuzco, La Libertad, Perú 2021”. Se realizó un estudio sobre la aplicación y uso de los dispositivos seleccionados y el procesamiento burocrático de la información recopilada. El dron registró un total de 24,2 horas, incluidas 2,9 horas para reconocimiento del terreno, 0,4 horas para planificación de vuelo, 1 hora para vuelo y 20 horas para procesamiento de gabinete. En la estación total se necesitaron 18,4 horas para el trabajo de campo y 23,8 horas para el trabajo administrativo, para un total de 48,2 horas. Resultados El costo total de trabajo con estación total fue de 62.117,57 Soles y el costo total de trabajo con dron fue de 123.828,16 Soles. Al trabajar con drones, se observaron errores relativamente grandes, lo que afectó significativamente la precisión horizontal. Para esta tarea recomendamos utilizar el dron Phantom 4 RTK de la marca DJI, ya que cuesta más, pero ahorra hasta un 57,35% de tiempo en comparación con una estación total.

Alca, G. & Gutiérrez, D. (2021) elaboró la tesis titulada “Análisis de movimiento de tierras en carreteras generado por el método de diferencia de superficies con dron en contraste al método de prisma de carretera”, para lograr el título de ingeniero civil en la universidad nacional del altiplano El principal objetivo del trabajo fue verificar un método alternativo para el cálculo de la cantidad de movimiento de tierras, que tome en cuenta el tramo de la carretera propuesta que conecta la vía Puno-Moquegua y la vía Puno-Desaguadero. Para el análisis, consideramos dos métodos durante la fase de levantamiento topográfico: un método de detección de la superficie topográfica usando los principios de la fotogrametría usando un dron y un método de levantamiento topográfico convencional usando una estación total. Para este proceso se utilizaron los

softwares propietarios Agisoft Metashape, Quick Terrain Modeler y Autodesk Civil 3D. El resultado final de cada método es calcular la diferencia de volumen para cada muestra, que es muy variable con las pruebas estadísticas. Esto lleva a la conclusión de que el volumen de movimiento de tierras obtenido mediante el método de diferencia de superficie representa el volumen real de movimiento del suelo. No subestima la información entre dos progresivos consecutivos y garantiza una mayor precisión en los metros y presupuestos de construcción de carreteras en comparación con los resultados obtenidos con el método del prisma vial.

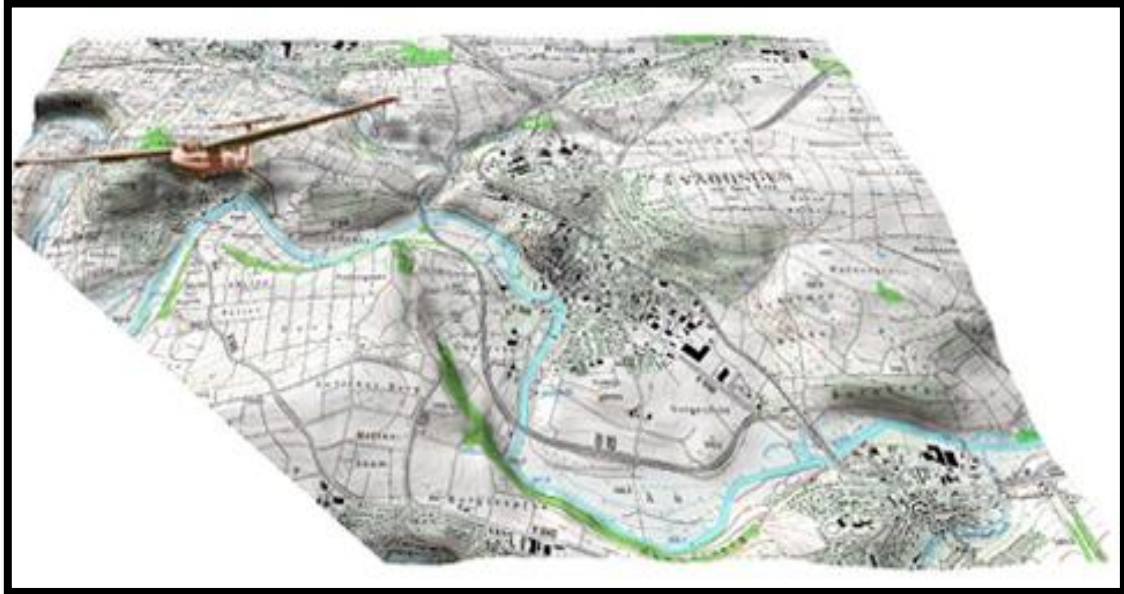
### **1.1.2 Definiciones Conceptuales**

#### **Fotogrametría**

La fotogrametría es el arte de obtener medidas y datos precisos a partir de fotografías. Según Santamaría, J. y Sanz, T. (2011, pág. 9). la fotogrametría también puede definirse como un conjunto de métodos y procedimientos que permiten derivar de una fotografía de un objeto su forma y dimensiones. La fotogrametría también puede definirse como un conjunto de métodos y procedimientos que permiten sacar conclusiones sobre la forma y dimensiones de un objeto a partir de una fotografía del mismo. La información entre dos progresivos sucesivos hace que la precisión de la medición y el presupuesto de construcción de la carretera sean más precisos en comparación con los resultados obtenidos con el método del prisma de la carretera.

Figura 2

. *Fotogrametría Aérea.*



Fuente: <https://www.researchgate.net/profile/Elia-Quiros-Rosado/publication/272090105>

### **Aplicaciones de la fotogrametría en Ingeniería Civil**

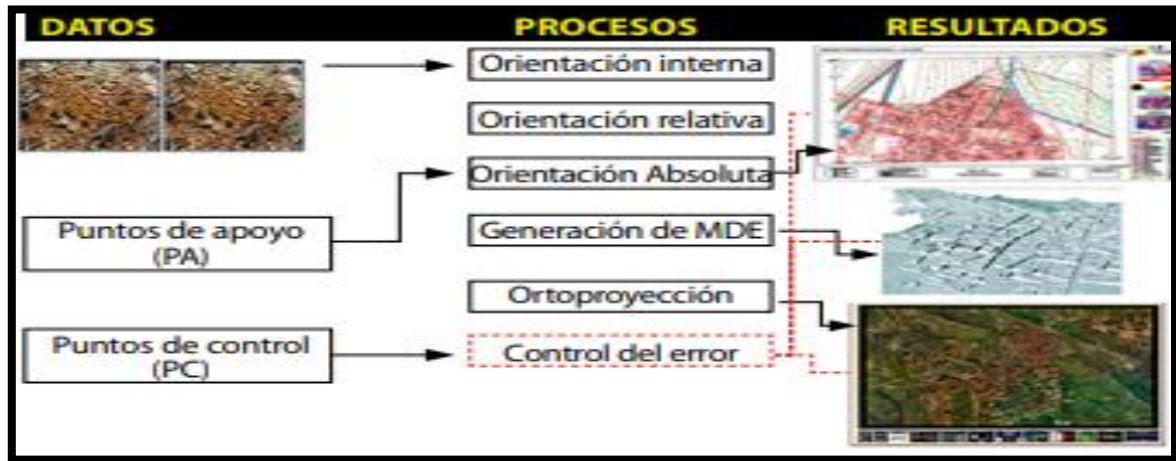
Según Quiroz E. (2014), existen cuatro grupos principales de acciones en las que se utiliza la fotogrametría:

- a. Vías de comunicación. Para el estudio de establecimiento de trazados.
- b. Planificación territorial. En el planeamiento urbanístico y ordenación del territorio.
- c. Hidrografía. Estudio de cuencas, deformaciones de presas, etc.
- d. Ejecución de movimiento de tierras. Medición de volúmenes removidos.

Figura 3

*Fases del proceso fotogramétrico digital.*





Fuente: <https://geoinnova.org/libro/introduccion-a-la-fotogrametria-y-cartografia-aplicadas-a-la-ingenieria-civil/>

### **Beneficios de la implementación de fotogrametría en la construcción.**

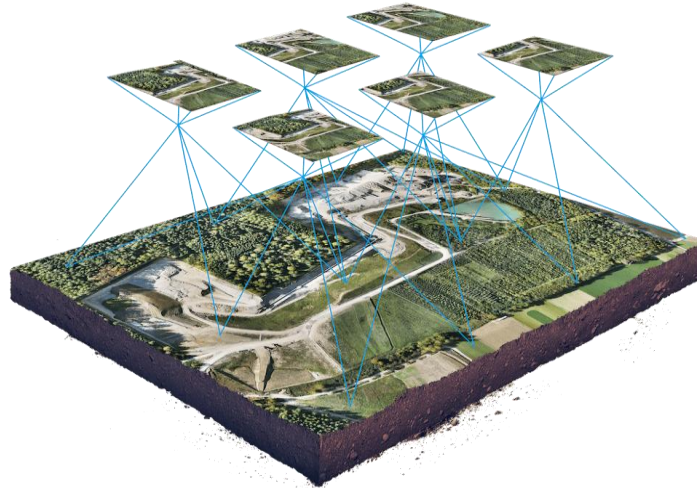
- **Precisión:** La fotogrametría permite obtener mediciones y modelos tridimensionales altamente precisos, lo que es especialmente útil en aplicaciones como la cartografía, la topografía y la arquitectura.
- **Rapidez:** La captura de datos mediante fotogrametría puede ser más rápida que otros métodos de captura de datos, como el levantamiento manual o el escaneo láser. Esto permite un procesamiento más rápido de la información y una mayor eficiencia en general.
- **Costo efectivo:** En comparación con otros métodos de captura de datos tridimensionales, la fotogrametría puede resultar más económica. No requiere equipos especializados costosos y puede utilizarse con cámaras estándar.
- **Versatilidad:** La fotogrametría puede aplicarse en diferentes sectores y áreas de estudio, como la arqueología, la ingeniería civil, la agricultura, la geomática, etc. Esto la convierte en una herramienta versátil y ampliamente utilizada.

- No invasiva: La fotogrametría permite capturar datos sin contacto físico con el objeto o la superficie que se está analizando. Esto es especialmente útil en aplicaciones donde se requiere preservar la integridad del objeto, como en el caso del patrimonio cultural o en áreas sensibles del medio ambiente.
- Documentación y preservación del patrimonio: La fotogrametría se utiliza ampliamente para documentar y preservar objetos y sitios históricos y culturales. Permite crear modelos digitales 3D que pueden ser utilizados para su análisis, estudio, conservación y difusión.
- Aplicaciones en realidad virtual y aumentada: La fotogrametría puede ser utilizada para crear modelos tridimensionales realistas que pueden ser utilizados en aplicaciones de realidad virtual y aumentada. Esto permite una inmersión más realista y una mayor interacción con los objetos y espacios virtuales.
- Análisis y planificación de proyectos: La fotogrametría proporciona información detallada sobre el terreno, lo que ayuda en el análisis y planificación de proyectos como la construcción de infraestructura, la planificación urbana y la gestión de recursos naturales.
- Detección de cambios y monitoreo: La fotogrametría puede utilizarse para detectar cambios en el tiempo y monitorear el estado de un objeto o una superficie. Esto es especialmente útil en aplicaciones como la inspección de estructuras, el seguimiento de cambios en el paisaje o el monitoreo de áreas afectadas por desastres naturales.
- Documentación forense: La fotogrametría puede ser utilizada en la documentación de escenas de crimen, accidentes de tráfico o cualquier otro evento

que requiera una documentación precisa y detallada para su posterior análisis y reconstrucción.

Figura 4

*Demostración un modelo fotogramétrico con dron: nube de puntos, malla 3D y modelo texturizado.*



Fuente: <https://torrejonestudio.com/fotogrametria-y-documentacion-3d-del-patrimonio/>

## 1.2. Formulación del problema

Resolver el problema de la gestión de la información en la gestión de volúmenes en proyectos de infraestructura vial requiere de la transformación continua de la industria de la construcción hacia un sector más industrializado y digital utilizando nuevas herramientas tecnológicas. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo proponer el uso de la fotogrametría en la gestión volumétrica de proyectos de infraestructura vial.

### **1.2.1. Problema general**

¿En qué medida influye la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cómo determinar la aplicación de la fotogrametría influye la ejecución del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?
- ¿Cómo determinar la aplicación de la fotogrametría influye en las incompatibilidades en control volumétrico del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?
- ¿Como determinar la aplicación de la fotogrametría influye en los sobrecostos del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1. Generales**

Determinar la influencia de la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023

### **1.3.2. Específicos**

- Identificar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en la ejecución del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.
- Analizar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en las incompatibilidades en control volumétrico del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.
- Verificar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en minimizar los sobrecostos del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1 Hipótesis General**

- La aplicación de la fotogrametría tiene una influencia del 30% la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- El tiempo real de ejecución con la aplicación de la fotogrametría tiene una influencia para la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023
- Las incompatibilidades con la fotogrametría tienen una influencia en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023
- Los sobrecostos de ejecución con fotogrametría tienen una influencia la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

## **1.5 Justificación**

### **1.5.1 Justificación teórica**

Se justifica teóricamente porque se van aplicar los conocimientos la fotogrametría la optimización de levantamiento topográfico lo que va permitir aplicar nuevos lineamientos, formatos y mapas conceptuales.

### **1.5.2 Económica:**

Esta investigación tiene como objetivo utilizar la fotogrametría para optimizar el levantamiento topográfico de un tramo de carretera, optimizando así los hitos y evitando sobrecostos, además de conocer el uso de tecnologías modernas. para levantamiento topográfico. La fotogrametría es una tecnología moderna de planificación vial que utiliza software que crea modelos tridimensionales que pueden crear y dimensionar infraestructuras de manera precisa, rápida y en tiempo real, optimizando tiempo y costos.

### **1.5.3 Social:**

El objetivo de este proyecto es introducir una nueva forma de trabajar a nivel de empresa con ventajas productivas ya en fase de diseño preliminar. Excepto; Esto mejorará el tráfico de peatones y permitirá el libre comercio de productos agrícolas cultivados en estas zonas.

### **1.5.4 Ecológica:**

Dado el gran el gran incremento demográfico y la crueldad desmedida de nuestros favores a cota nacional, el coetáneo boceto hizo la disección de los diferentes hábitats y condiciones climáticas presentes en estas zonas de crueldad ya debut vial, las cuales serán proyectadas melodía a la enseñanza de trastazo ambiental, realizados en su circunstancia inicial.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGIA**

### **2.1 Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Enfoque**

El enfoque de este estudio es cuantitativo, como lo demuestran (Fernández y Díaz, s.f.). Esto refleja la necesidad de estimar cantidades, ya que se llevan a cabo una serie de procesos secuenciales para probar hipótesis y, además, se miden variables en situaciones específicas. Las mediciones obtenidas se analizan mediante métodos estadísticos y se extraen conclusiones que prueban o refutan la hipótesis.

#### **2.1.2. Investigación**

Esta investigación se clasifica como aplicada porque está dirigida a metas y objetivos prácticos y se realiza para adquirir nuevos conocimientos en respuesta a demandas específicas y bien definidas. Asimismo, según Hernández, Fernández y Batista (2014, p. 4). La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos aplicados al estudio de fenómenos y problemas.

Este estudio es diseño cuasi experimental y de corte transversal, porque está referida a un tiempo y espacio específico. (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucia, 2010).

Para mayor claridad, utilizamos un dron y una estación total para realizar la comparación para responder las preguntas de investigación formuladas.



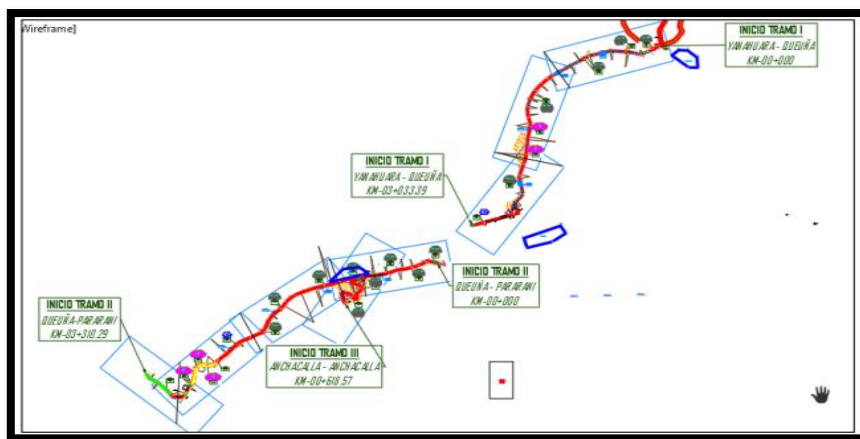
## 2.2. Población y muestra

### 2.2.1. Población

Para esta investigación las poblaciones es la carretera rural en la cual presenta una longitud de 6+957.30 Km. con 1 únicos tipos de superficies de rodadura.

Figura 5

*Croquis general del proyecto*



Elaboración: Propia

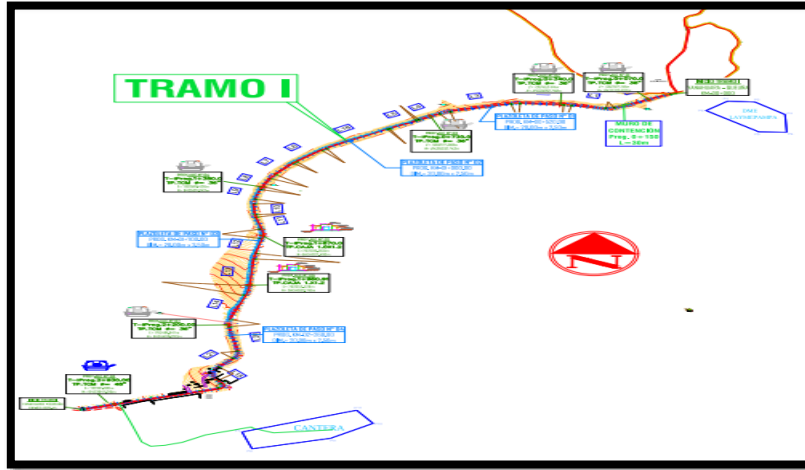
### 2.2.2. Muestra

Esta parte es una muestra no probabilística por conveniencia basada en los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014), q (Rocha, 2015). El artículo afirma que el muestreo no probabilístico se centra en los intereses de los investigadores, por lo que se seleccionan aquellos que proporcionan la mayor información para recopilar y analizar datos de investigación.

La muestra es el Tramo I (0+000 a 3+033.29): Este tramo inicia desde el sector de Yanahuara hasta el sector de Queuña, se optó por realizar la investigación de carretera ya que se la puede considerar como una muestra representativa porque método conveniencia.

Figura 6

*Croquis del tramo Seleccionado*



Elaboración: Propia

- a. Criterio de exclusión: No se tomaron otras obras respecto a carretera.


### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Aeguello, 2006), en este estudio se utilizó un método de recolección de información a partir de datos documentales y datos de campo, que permite identificar casos reales cercanos al fenómeno de investigación y a partir de ahí recolectar información que debe cumplir ciertas condiciones. Por tanto, los datos obtenidos de él reflejan realmente la realidad existente.

El equipo de adquisición es una máquina y una estación total, cuyas especificaciones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1

*Especificaciones técnicas de la maquina*

<b>DRON</b>	
	
Modelo	Mavic 3 Enterprise con RTK
Dimensiones (L x A x H))	Plegado (sin hélices): 221 × 96,3 × 90,3 mm (L × W × H) Desplegado (sin hélices): 347,5 × 283 × 107,7 mm (L × W × H)
Costo	S/: 28,000.00 NUEVO SOLES
Instrumentos que contiene	Compacto y portátil Cámara ancha 4/3 CMOS [1] Zoom híbrido 56× Cámara térmica de 640 × 512 px [2] Tiempo máximo de vuelo de 45 minutos [3] Transmisión empresarial DJI O3 Posicionamiento a nivel centimétrico con RTK [4] Altavoz de alto volumen [4]

Elaboración: Propia

#### 2.4. Procedimiento de recolección de datos

El procedimiento teórico de recolección de datos consiste en buscar en diversas fuentes confiables como Redalyc, Scielo, Dialnet, repositorio UNAD, Dspace, repositorio UPN y Google Academic. Asimismo, para el desarrollo se utiliza una laptop o computadora y ahora el software Zotero también se puede citar correctamente en formato APA. Mediante estos instrumentos se procesó la información creación del servicio de camino vecinal de queuña - anchacalla - consajata (c.c. pararani); queuña - Yanahuara, de la comunidad campesina de queuña.

Mientras tanto, se utilizaron máquinas y estaciones totales para obtener datos

de campo para nuestro estudio y responder a las preguntas de investigación planteadas. Algunos de los métodos utilizados se describen a continuación.

Aplicación de pruebas estadísticas. Las pruebas estadísticas se realizaron mediante el programa estadístico SPSS v.23 para el ingreso de datos para su posterior procesamiento y comparación de hipótesis generales y específicas. Se utilizó el coeficiente de correlación rho de Spearman (rs).

#### 2.4.1. Paso 1: Ubicación geográfica del proyecto

Esta investigación será aplicada en el tramo de carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac– Perú, a una altitud de 3815.453 m.s.n.m. Latitud Sur 7° 93' 1.2" y latitud Oeste 78° 3' 56.3" (DePeru.com, 2015). La topografía de la zona del proyecto es llana a accidentada, desarrollándose la totalidad de la vía en laderas de pendientes entre 2% a 15%, en este caso particular no será necesario el planteamiento de desarrollos para lograr cumplir con los límites de pendientes establecidos en la normativa.

Tabla 2

#### *Ubicación del proyecto fotogrametría*

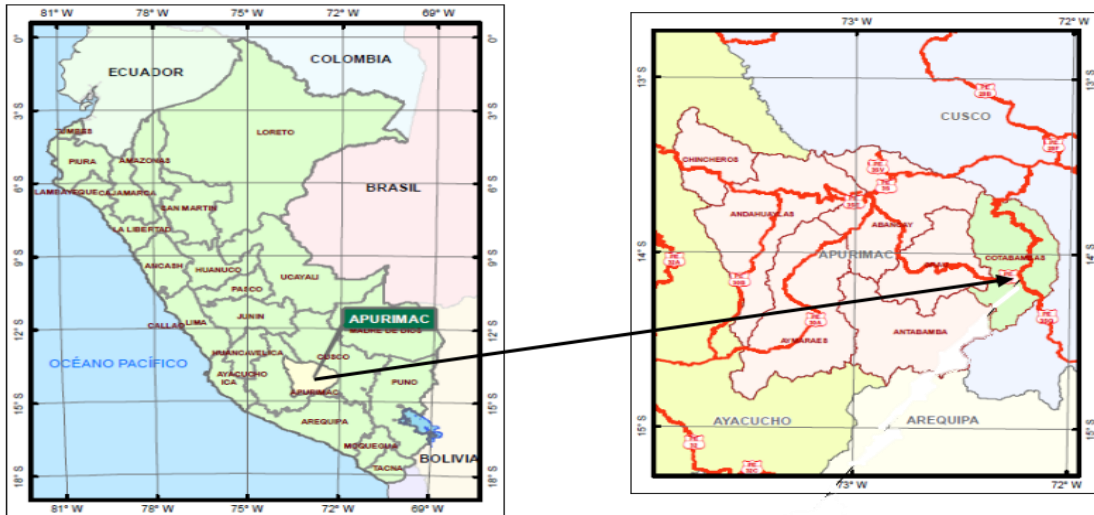
	<b>Ubicación</b>	<b>Coordenadas UTM</b>
<b>Localidad</b>	challhuahuacho	793701.865
<b>Provincia</b>	Cotobambas	8,435,663.103
<b>Departamento</b>	Apurimac	3815.453 m.s.n.m

*Nota:* En el cuadro se observa la ubicación en coordenadas UTM del lugar donde se realiza el proyecto de la fotogrametría para la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de carretera.

El proyecto de fotogrametría se instalará en un captador de niebla en el distrito de challhuahuacho, distrito de Apurimac, provincia de Cotabambas, aproximadamente a 40.200 km del centro de la ciudad de Queuña centro.

Figura 7

*Localización del departamento de Apurímac y Provincia de Cotabambas*



*Nota:* El proyecto será ubicado en el distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, tal como se muestra en las imágenes de localización.

Figuro8

*Localización del Centro de la comunidad campesina de queuña– Apurimac*



*Nota:* la comunidad campesina de queuña– Apurimac está ubicada a 50 minutos aprox. desde el centro de la ciudad de queuña

#### 2.4.2. Paso 2: Visita a la zona de estudio (la comunidad campesina de queuña– Apurimac)

La comunidad campesina de queuña– Apurimac provincia de cotabambas es la

topografía de la zona del proyecto es llana a accidentada, desarrollándose la totalidad de la vía en laderas de pendientes entre 2% a 15%, en este caso particular no sera necesario el planteamiento de desarrollos para lograr cumplir con los límites de pendientes establecidos en la normativa.

Figura 9

*Visita e identificación del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac*



*Nota:* Identificando el lugar en donde se realiza el levantamiento

Es importante tener el permiso de las autoridades del lugar y propietario en donde se instaló el dron; por ello de la comunidad campesina de Queuña, el reconocimiento de la zona se realizó de la comunidad campesina de Queuña además del equipo técnico responsable de la elaboración del expediente técnico, la Ing. Kenyo Ponce De Leon Acostupa.

### **2.4.3. Paso 3: Estudio geológico**

Estudio es la caracterización, evaluación, análisis e interpretación de los eventos geológicos, con la finalidad de determinar el comportamiento y riesgo geológico de la zona del proyecto, y establecer la medida de control de los peligros. De resultado de

los análisis geológicos se obtiene el siguiente resumen de riesgos geológicos: o Bofedales – TRAMO I Prog. Km (1+670). o Bofedales – TRAMO II Prog. Km (0+252.44, 0+492.77, 1+826.28,2+746.41,3+055.11). o Quebrada erosiva de Consajata – Prog. Km (3+055.11) o Rocas sueltas y sobresalientes en Tramo I – Prog. Km (0+500 a 1+100) o Rocas sueltas y sobresalientes en Tramo III – Prog. Km (0+480 a 0+530)

Figuro 10

*Inspección del terreno en zona accidentadas.*



*Nota:* Se realizo la visita en campo para tener una vista en campo de caracterización, evaluación, análisis e interpretación de los eventos geológicos, con la finalidad de determinar el comportamiento geológico del lugar.

#### **2.4.4. Paso 4: aplicación del dron en el Centro de la comunidad campesina de queuña– Apurimac**

Se programa el área que se realizara el Levantamiento Topográfico con Dron, después se asigna la altura de vuelo y por último la inclinación del Angulo de la cámara.

Figura 11

*inicio para el levantamiento en dron*



*Nota:* La instalación Dron DJI Matrice 3 RTK Incorpora cámara térmica incrementando la autonomía y el rango de transmisión de vídeo.

#### **2.4.5. Paso 5: Ubicación del dron**

Antes de realizar un vuelo se actualizan los programas y aplicaciones, se continúa calibrando el dron y el controlador y finalmente se habilita la programación del vuelo.

Después de ubicar la zona, se procedió con los preparativos de instalación que se muestran en la Figura 11. El dron es colocado en punto de BM poder capturar con el dron. Cada fotografía se inspecciona para garantizar que estén en buenas condiciones antes de continuar con el procesamiento. Al finalizar el vuelo se extrae la tarjeta microSD que contiene las imágenes y sus respectivos datos.

Figura 12

*vista del Centro de la comunidad campesina de queuña– Apurimac*





*Nota:* El dron se está ubicada en el tramo I de la carretera para poder realizar el levantamiento.

#### 2.4.6. Paso 6: Criterios y Controles Básicos para el Diseño

**Normas de Diseño**, en el presente estudio se siguen las disposiciones estipuladas en la norma "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - DG 2018".

**Vehículo de Diseño**, basado en el estudio de tráfico para efectos del trazo desarrollado se consideró el vehículo de diseño tipo **Camión simple de 2 ejes**. Las principales características para su clasificación están referidas al radio mínimo de giro y aquellas que determinan las ampliaciones o sobrecanchos necesarios en las curvas horizontales, tales como distancia entre ejes extremos, ancho total de la huella y vuelos delantero y trasero.

Tabla 3

#### *Vehículo de Diseño*

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULO	LONGITUD MÁXIMA
C2		12.30 m

**Fuente:** Elaboración propia

**Clasificación de acuerdo a la demanda**, la proyección del IMDA clasifica a la vía como una carretera de tercera clase (menores a 400 veh/día).

**Orografía,** Por lo tanto, para la clasificación de la vía de estudio (Trocha carrozable), se considera una analogía con las carreteras de tercera clase, por lo cual para una topografía del proyecto de “accidentado”, se considera una velocidad directriz para el proyecto de 30 Km/hora.

**Velocidad de diseño,** se define como la máxima velocidad segura y cómoda que se podrá mantener en un tramo determinado de la carretera cuando prevalezcan las condiciones de diseño.

Tabla 4 Rangos de Velocidades de Diseño en función a la clasificación por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

**Fuente:** Tabla 204.01 (DG-2018).

La velocidad de diseño permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del diseño para la circulación en condiciones de comodidad y seguridad. Si bien es cierto que la clasificación por demanda determina que se trata de una carretera de

segunda clase, y que según dicha clasificación la velocidad de diseño puede variar desde 30 Km/h hasta 50 Km/h (para la orografía representativa de la zona que es entre tipo 3 y 4). La alta sinuosidad existente y la orografía escarpada permiten determinar una velocidad de diseño de 30 Km/h.

**Radio mínimo**, Para la velocidad de diseño se ha establecido el valor del radio mínimo de curvas circulares en función del coeficiente de fricción lateral, según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(p + f)}$$

Dónde:

R : Radio Mínimo (m)

V : Velocidad Directriz (km/h)

p : Peralte Máximo (%)

f : Factor de fricción lateral (%)

En la tabla 302.02 de la DG-2018, para **carreteras de tercera** clase, se muestran los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima sugerida.

Tabla 5 *Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carrete.*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	$P$ máx. (%)	$f$ máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
130	12.00	0.08	665.4	665	

Fuente: Tabla 302.02 (DG-2018).

**Tramos en tangente**, se deben considerar las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función de la velocidad a la velocidad de diseño, según lo indicado.

Tabla 6 Longitudes de tramos en tangente.

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

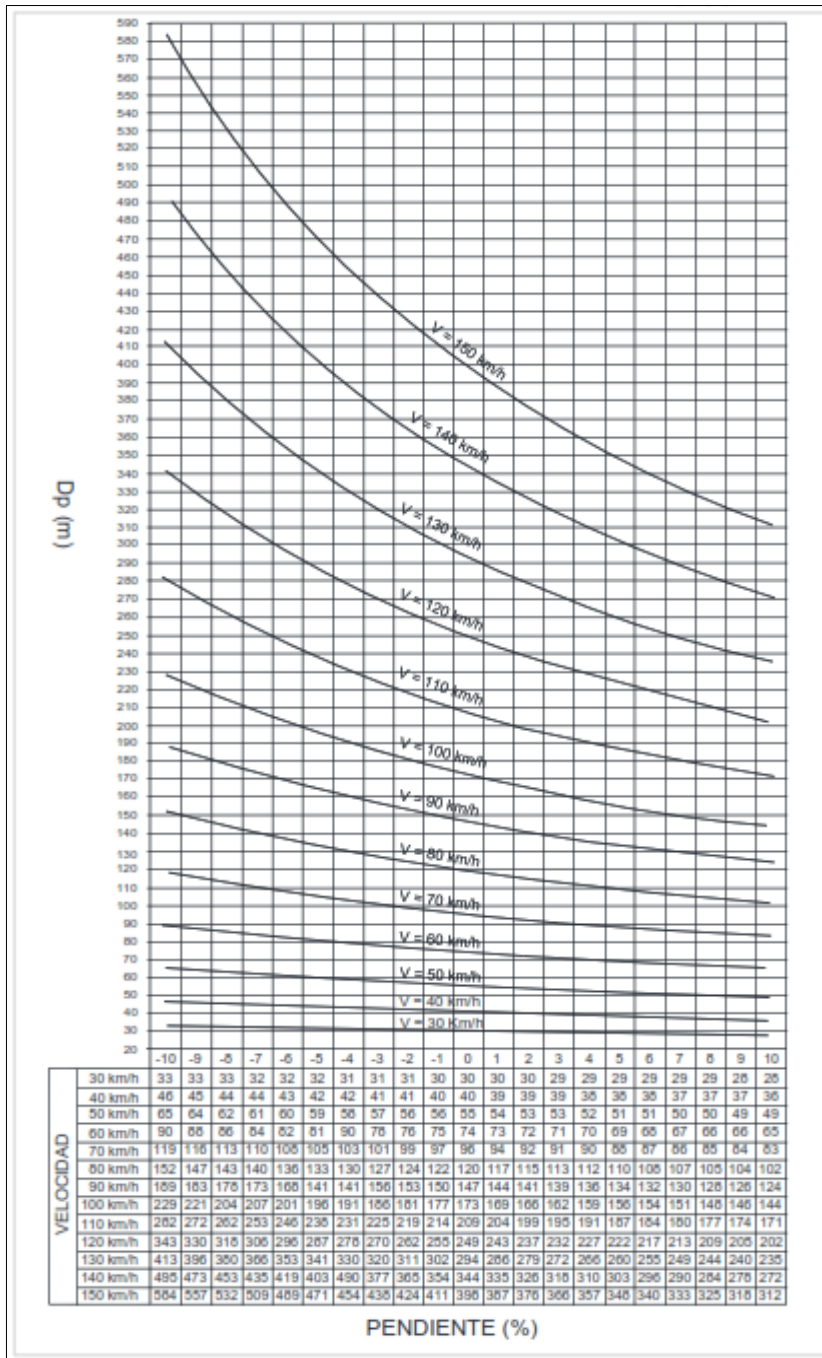
Fuente: Tabla 302.01 (DG-2018).

**Visibilidad**, en cualquier lugar de la carretera, el usuario tiene una visibilidad que depende de la forma, dimensiones y la disposición de los elementos del diseño. Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de una forma segura, se precisa de una visibilidad mínima que depende de la velocidad del vehículo y del tipo de maniobra; se considera la visibilidad de parada, y de adelantamiento.

**La distancia de visibilidad de parada** es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Como lo indica el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2018), se ha considerado como obstáculo aquel objeto de una altura igual o mayor a 0.15 m, estando situados los ojos del conductor a 1.15 m, sobre la rasante del eje de su pista de circulación.

Figura 13 *Distancia de visibilidad de parada (Dp)*

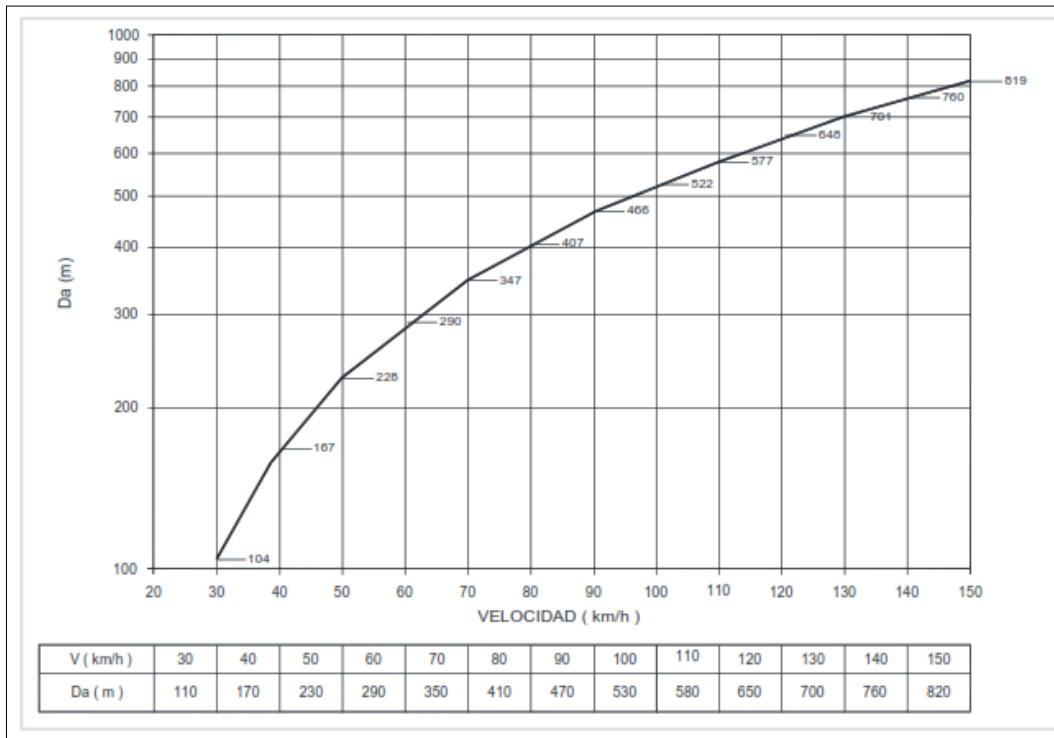


Fuente: Figura 205.01 (DG-2018).

**Distancia de visibilidad de adelantamiento**, la distancia de visibilidad de adelantamiento es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad de 15 Kph o menor, con

comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

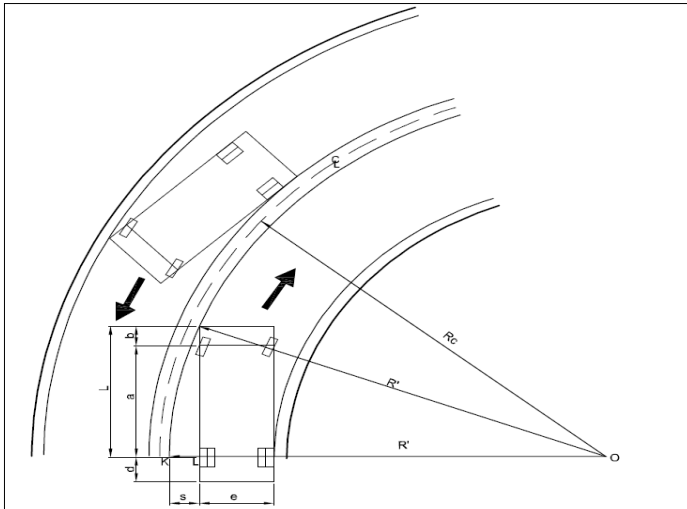
Figura 14 *Distancia de visibilidad de paso (Da)*



**Fuente:** Figura 205.03 (DG-2018).

**Sobrecanchos**, cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho de calzada mayor que en recta. Debido a la rigidez y dimensiones del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener su vehículo en el eje del carril de circulación que sigue. Es por eso que la calzada en las curvas debe ensancharse para compensar el mayor espacio que ocupa el vehículo al girar por ella. El sobrecancho se ubicará en el borde interior de la curva circular, aumentando el ancho de la calzada progresivamente a lo largo de la longitud de transición del peralte, mediante una variación lineal.

Figura 15 *Sobreancho en las curvas.*



**Fuente:** Figura 302.18A (DG-2018).

Su valor se ha determinado por la fórmula que establece la normativa DG-2018:

Dónde:

Sa : Sobreancho (m)

n : Número de carriles

RC : Radio de curvatura circular (m)

L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

**Diseño Geométrico Vertical**, en el diseño del alineamiento vertical se ha tomado en cuenta la velocidad de diseño, la topografía de la zona, condiciones de seguridad, condiciones de drenaje, costos de construcción y valores estéticos. Para esto, se ha usado una pendiente longitudinal mínima de 0.50%, y una pendiente máxima de 10%. Asimismo, se han usado como curvas de enlace vertical entre alineaciones la curva parabólica, con un valor mínimo de 80 m, cumpliendo los requisitos de distancias de visibilidad que establece la normativa DG-2018. El principal criterio a utilizar para definir la rasante es la orografía de la zona y garantizar el correcto drenaje longitudinal y transversal.



**Pendiente máxima;** la pendiente máxima adoptada corresponde a 9%, magnitud establecida en la tabla:

Tabla 7 *Pendientes Máximas (%)*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

**Fuente:** Tabla 303.01 (DG-2018).

**Diseño geométrico transversal,** En este ítem se especifican la disposición y dimensiones de los elementos que forman parte de la vía transversalmente. Para la selección de las características geométricas de las secciones transversales se ha tenido en cuenta la demanda de tráfico, la orografía de la zona, el vehículo de diseño y la velocidad directriz. Las bermas, que serán pavimentadas, tendrán la misma inclinación de la calzada en tangente y en curva. Adicionalmente, se provee un sobreecho de compactación (SAC) de 0.50 m a continuación de la berma en zonas de relleno.

**Ancho de carriles,** El ancho de carril adoptado en el presente estudio es de 3.60 m, estando este valor por encima del valor mínimo establecido tomando en cuenta la clasificación de la vía, el tipo de topografía predominante y las velocidades de diseño adoptadas.

Tabla 8 *Anchos mínimos de calzada en tangente.*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400							
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase							
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30km/h																					6.00	6.00		
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.00				
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00				
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60				
70 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60	6.60					
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			7.20	7.20					6.60	6.60				
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20						6.60	6.60				
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20											
110 km/h	7.20	7.20			7.20																			
120 km/h	7.20	7.20			7.20																			
130 km/h	7.20																							

Fuente: Tabla 304.01 (DG-2018).

**Ancho de Bermas,** El ancho de bermas de acuerdo a la clasificación de la demanda, del tipo de orografía y para la velocidad de diseño es de 1.20 m.

Tabla 9 *Ancho de bermas.*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400							
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase							
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30 km/h																					0.50	0.50		
40 km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50				
50 km/h										2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90					
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20					
70 km/h					3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20						
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20						
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20						
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00											
110 km/h	3.00	3.00			3.00																			
120 km/h	3.00	3.00			3.00																			
130 km/h	3.00																							

Fuente: Tabla 304.02 (DG-2018).

**Bombeo,** De acuerdo a lo recomendado en la tabla 304.03 del DG-2018, se considera un bombeo de 3.00% para la superficie de rodadura, debido a que el material de la superficie

de rodadura será de afirmado y en la zona del proyecto se tiene precipitaciones pluviales superiores a 500 mm/año.

Tabla 10 *Valores de bombeo de la calzada.*

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

**Fuente:** Tabla 304.03 (DG-2018).

**Peralte máximo**, el peralte máximo considerado en el proyecto es de 12%, perteneciendo este valor a una zona rural con tipo de orografía 3.

Tabla 11 *Valores de peralte máximo.*

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

**Fuente:** Tabla 304.05 (DG-2018).

A partir de las consideraciones anteriormente enunciadas, resumimos a continuación los parámetros de diseño considerados para un tramo i (0+000 a 3+033.29) distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

Tabla 12

*Parámetros de diseño geométrico.*

PARÁMETRO	VALOR	DETALLE
Vehículo de diseño	Camión C2	
Clasificación de la vía	Trocha carrozable	IMDA futuro= 7 veh/día
Derecho de vía	16.00m	A 8.00m a cada lado del eje
Velocidad de diseño	30 km/hora	
Radio mínimo	25.00m	Para Vdiseño=30 Km/hora
Radio de vuelta	Radio interior (Ri) = 6.00m Radio exterior (Re)= 15.75m	Para camión C2
Sobre anchos	Sobreancho mínimo será 0.30m	
Distancia de parada	35.00m	Para Vdiseño=30 Km/hora
Plazoleta de cruce	Ensanche de calzada de 2.50x20.00m	A cada 500m
Pendientes	Pendiente mínima: 0.50% Pendiente Máxima: 10.00% Pend. Max excepcional: 12.00%	
Curvas verticales	Para curva convexa: $K > 1.90$ Para curva cóncava: $K > 6$	Para V diseño=30 Km/hora
Ancho de Calzada	4.50 m (Tramo I)	Afirmado
Berma	Ancho: 0.50m Pendiente: 3.00%	A cada lado de la superficie de rodadura. afirmado
Ancho de plataforma (incl. Bermas, sin cunetas)	4.50 m (Tramo I)	Afirmado
Bombeo	Sera de 4.00%	Sera de dos aguas que parten del centro hacia el exterior de la calzada.
Peralte	8.00%	Para curvas (Depende del radio)
Taludes	De relleno De corte	Según diseño geotécnico
Cunetas	De sección: 0.75x 0.50m	Triangular
	Sec.Trapezoidal: $B=0.66; b=41$ y $H=0.58$	Trapezoidal

*Fuente: DG - 2018.*

## 2.4.6. Paso 6: Toma de datos

### En Dron:

Teniendo en cuenta las dimensiones del depósito recolector de punto del levantamiento topográfico se procedió a registrar con el dron. Conforme se va procesando los datos, va adquiriendo forma la visualización de los puntos de control, nube de puntos (detalles del área).

Tabla 13

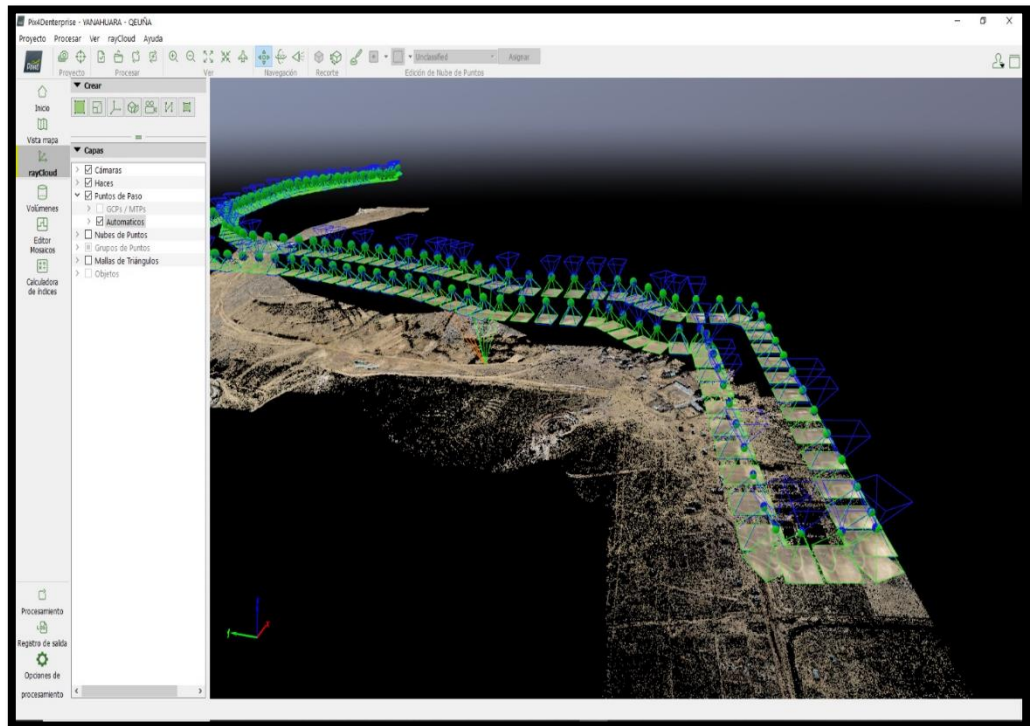
*Coordenadas de BM del campo y expediente*

	CAMPO	EXPEDIENTE	AJUSTE
<b>BM 01</b>	3815.4	3815.453	0.053
<b>BM 02</b>	3823.4	3822.654	-0.746
<b>BM 03</b>	3827.5	3826.242	-1.258
<b>BM 04</b>	3848	3847.521	-0.479
<b>BM 05</b>	3853.9	3853.548	-0.352
		<b>PROMEDIO</b>	<b>-0.5564</b>
		<b>AJUSTAR</b>	

Por último, nos genera, el orto mosaico y otra imagen donde indica que zonas se obtiene con mayor facilidad los datos. Estos registros se iniciaron el 25 de agosto del año 2023 hasta el 29 de agosto del 2023.

Figuro 13

*Obtención de levantamiento en dron*



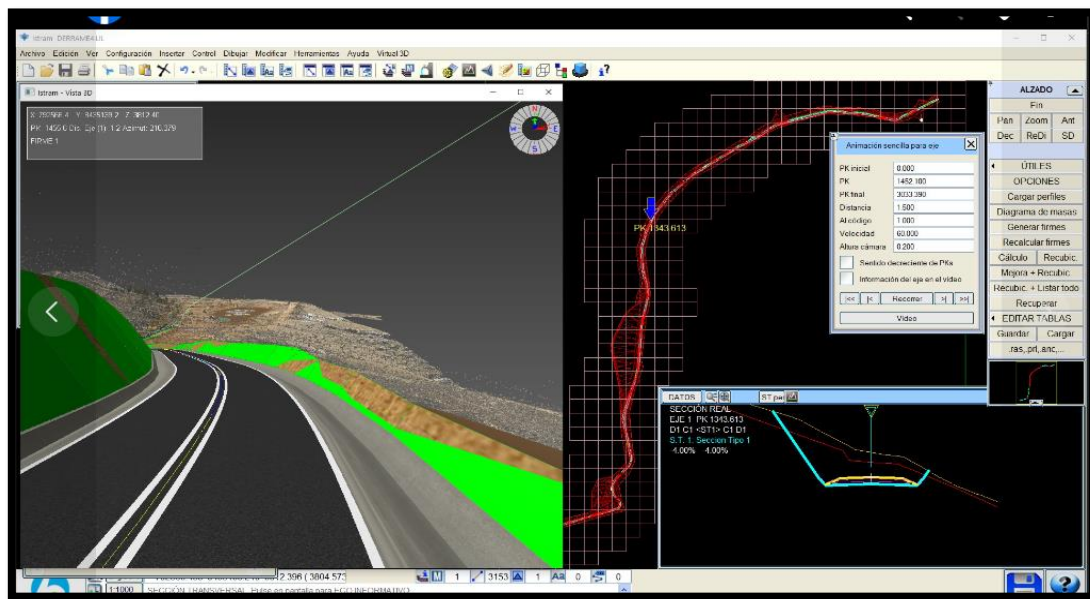
*Nota: Vista de perfil del tramo de la carretera generada por la fotogrametría.*

### **Trazo y diseño geométrico con Fotogrametría:**

Luego de realizar el levantamiento con el dron se procedió a usar los parámetros de diseño de la carretera con el objetivo de comparar, se deberá describir el procedimiento para desarrollar el Trazo de la Carretera Vía de Evitamiento de Apurímac utilizando el software ISTRAM, comenzando con la creación de la carpeta de proyecto hasta obtener el metrado de movimiento de tierras con la aplicación de fotogrametría.

Figuro 14

*Diseño de la carretera con ISTRAM.*



Fuente: Propia

## 2.5. Aspectos éticos

Como aspectos éticos hacemos mención que:

- Los datos de investigaciones que presentaremos serán datos verídicos, y el desarrollo de la presente tesis, respetando los derechos de autor de los investigadores, mencionando en todo lo que pueda ser posible, con ello accedemos a distintas fuentes de consulta en institucionales con la seguridad de garantizar el cumplimiento con los parámetros de la Universidad Privada del Norte.
- Se ha cumplido con el derecho de las ideas de los distintos autores recopilados; por ello, se hace la referencia con los respectivos datos que puedan facilitar su búsqueda en las distintas bases de datos con la normativa APA para cumplir mi trabajo de auditoria propia y me someto al antiplagio de la Universidad Privada del Norte disponga.

### CAPITULO III. RESULTADOS

Responde la siguiente pregunta: ¿En qué medida influye la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?

Para el contraste de hipótesis se Hipótesis se utilizará la prueba estadística de Rho de Spearman, por lo tanto, definimos las hipótesis a contrastar:

Para interpretar los valores de la Rho de Spearman, se debe tener en cuenta que el valor resultante deberá contrastarse con la siguiente tabla:

Tabla 14

*Interpretación de los valores de correlación de Rho de Spearman*

Valor	Correlación
0	Nula
+0.20	Débil
+0.50	Moderada
+0.80	Buena
1	Perfecta

*Nota:* En base en el estadístico utilizado Bosque, Camacho, y Rodríguez (2019).

H0= No Existe una relación positiva la fotogrametría y la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

H1= Existe una relación positiva entre la fotogrametría y la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023

Tal es caso que Schober et al. (2018) nos indican: "Nótese que el valor p derivado de la prueba no proporciona información sobre la intensidad con la que están relacionadas las 2 variables" (p. 3); y, más adelante indican: "Por tanto, no debe confundirse una correlación estadísticamente significativa con una correlación clínicamente relevante" (p. 3)



### 3.2. Análisis de resultados

**Tabla 15**

Tabla de datos para determina la diferencia de volumen de movimiento de tierras.

Tramo	METODO TRADICIONAL		APLICACIÓN DE FOTOGRAMETRIA		Diferencia de volumen de corte		Diferencia de volumen de relleno	
	Volumen de corte (m3)	Volumen de Relleno (m3)	Volumen de corte (m3)	Volumen de Relleno (m3)	Diferencia de Corte	Diferencia Absoluta	Volumen de Relleno	Diferencia Absoluta
0+000-0+100	161.5	9.8	36.65	132.21	124.85	124.85	-122.41	122.41
0+100-0+200	744	76	536.53	277.39	207.47	207.47	-201.39	201.39
0+200-0+300	1897.6	0	852.05	27.38	1045.55	1045.55	-27.38	27.38
0+300-0+400	1398.4	0.2	483.38	200.20	915.02	915.02	-200.00	200.00
0+400-0+500	773.1	0	234.58	427.50	538.52	538.52	-427.50	427.50
0+500-0+600	1426.1	0	534.00	251.05	892.10	892.10	-251.05	251.05
0+600-0+700	1719.3	0	935.36	117.23	783.89	783.89	-117.23	117.23
0+700-0+800	1024.5	11.6	857.10	43.92	167.35	167.35	-32.32	32.32

0+800-0+900	<b>831.05</b>	<b>12.2</b>	<b>688.42</b>	<b>43.77</b>	<b>142.63</b>	<b>142.63</b>	<b>-31.57</b>	<b>31.57</b>
0+900-1+000	<b>985.6</b>	<b>0.5</b>	<b>961.79</b>	<b>0.00</b>	<b>23.81</b>	<b>23.81</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>
1+000-1+100	<b>645.85</b>	<b>8.5</b>	<b>746.50</b>	<b>4.26</b>	<b>-100.65</b>	<b>100.65</b>	<b>4.24</b>	<b>4.24</b>
1+100-1+200	<b>622.3</b>	<b>0</b>	<b>854.72</b>	<b>0.00</b>	<b>-232.42</b>	<b>232.42</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
1+200-1+300	<b>1421.1</b>	<b>0</b>	<b>1681.94</b>	<b>0.00</b>	<b>-260.89</b>	<b>260.89</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
1+300-1+400	<b>934.75</b>	<b>0</b>	<b>1654.24</b>	<b>0.00</b>	<b>-719.49</b>	<b>719.49</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
1+400-1+500	<b>773.5</b>	<b>0.15</b>	<b>1787.78</b>	<b>0.00</b>	<b>-1014.28</b>	<b>1014.28</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>
1+500-1+600	<b>1209</b>	<b>0</b>	<b>2436.56</b>	<b>0.00</b>	<b>-1227.61</b>	<b>1227.61</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
1+600-1+700	<b>360.35</b>	<b>72.85</b>	<b>1479.08</b>	<b>0.00</b>	<b>-1118.73</b>	<b>1118.73</b>	<b>72.85</b>	<b>72.85</b>
1+700-1+800	<b>241</b>	<b>34.3</b>	<b>934.09</b>	<b>0.00</b>	<b>-693.09</b>	<b>693.09</b>	<b>34.30</b>	<b>34.30</b>
1+800-1+900	<b>779.9</b>	<b>0.1</b>	<b>1010.62</b>	<b>0.00</b>	<b>-230.72</b>	<b>230.72</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>
1+900-2+000	<b>639.75</b>	<b>1.2</b>	<b>1006.64</b>	<b>14.64</b>	<b>-366.89</b>	<b>366.89</b>	<b>-13.44</b>	<b>13.44</b>
2+000-2+100	<b>819.75</b>	<b>0.9</b>	<b>772.78</b>	<b>14.64</b>	<b>46.97</b>	<b>46.97</b>	<b>-13.74</b>	<b>13.74</b>
2+100-2+200	<b>2615.5</b>	<b>0</b>	<b>2480.81</b>	<b>0.00</b>	<b>134.64</b>	<b>134.64</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
2+200-2+300	<b>1741.3</b>	<b>0</b>	<b>2022.25</b>	<b>0.00</b>	<b>-281.00</b>	<b>281.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

2+300-2+400	<b>1471.8</b>	<b>0</b>	<b>2121.06</b>	<b>0.00</b>	<b>-649.31</b>	<b>649.31</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
2+400-2+500	<b>768.5</b>	<b>0.5</b>	<b>789.98</b>	<b>0.00</b>	<b>-21.48</b>	<b>21.48</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>
2+500-2+600	<b>432</b>	<b>53.25</b>	<b>545.52</b>	<b>6.95</b>	<b>-113.52</b>	<b>113.52</b>	<b>46.30</b>	<b>46.30</b>
2+600-2+700	<b>347.2</b>	<b>19.2</b>	<b>769.54</b>	<b>0.00</b>	<b>-422.34</b>	<b>422.34</b>	<b>19.20</b>	<b>19.20</b>
2+700-2+800	<b>98.6</b>	<b>177.6</b>	<b>499.39</b>	<b>0.00</b>	<b>-400.79</b>	<b>400.79</b>	<b>177.60</b>	<b>177.60</b>
2+800-2+900	<b>132.8</b>	<b>7.4</b>	<b>762.46</b>	<b>0.00</b>	<b>-629.66</b>	<b>629.66</b>	<b>7.40</b>	<b>7.40</b>
2+900-3+000	<b>228.97</b>	<b>12.8</b>	<b>714.91</b>	<b>0.00</b>	<b>-485.94</b>	<b>485.94</b>	<b>12.80</b>	<b>12.80</b>
3+000-3+033.29	<b>113.06</b>	<b>0</b>	<b>370.42</b>	<b>0.00</b>	<b>-257.36</b>	<b>257.36</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

FUENTE: Elaboración propia

A continuación, se realiza una exploración de datos, para el cual se usó de paquete estadístico IBM SPSS STATISTICS VERSION 23, obteniendo los resultados de correlación de datos del corte como se muestra en la tabla 16 y para correlación datos del relleno se representa en la tabla 17.

Tabla 16  
*Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del corte*

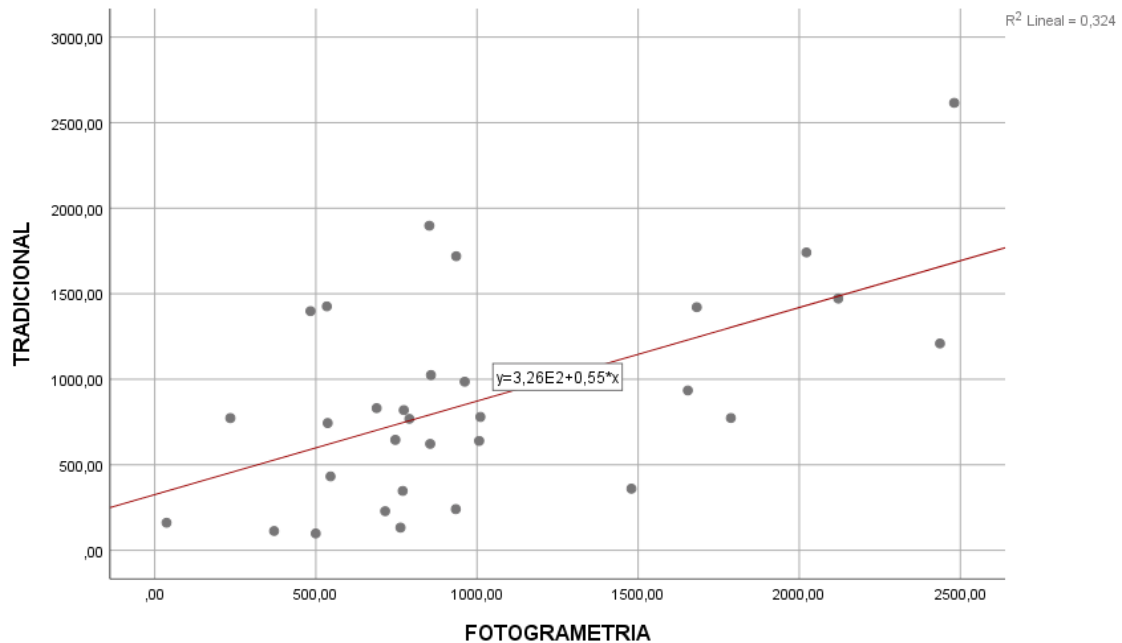
**Correlaciones**

			TRADICIO NAL	FOTOGRA METRIA
Rho de Spearman	TRADICIONA L	Coefficiente de correlación	1.000	.516**
		Sig. (bilateral)	.	.003
		N	31	31
	FOTOGRA M E T R I A	Coefficiente de correlación	.516**	1.000
		Sig. (bilateral)	.003	.
		N	31	31

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

Figura 18

*grafico de Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del corte*



De la tabla anterior, podemos notar que existe relación directa y significativa entre la aplicación de fotogrametría y levantamiento tradicional, puesto que el estadístico de

prueba Rho de Spearman alcanzó un valor de 0,516, lo que indica que indica que la correlación de datos del corte es directa y su grado es moderada.

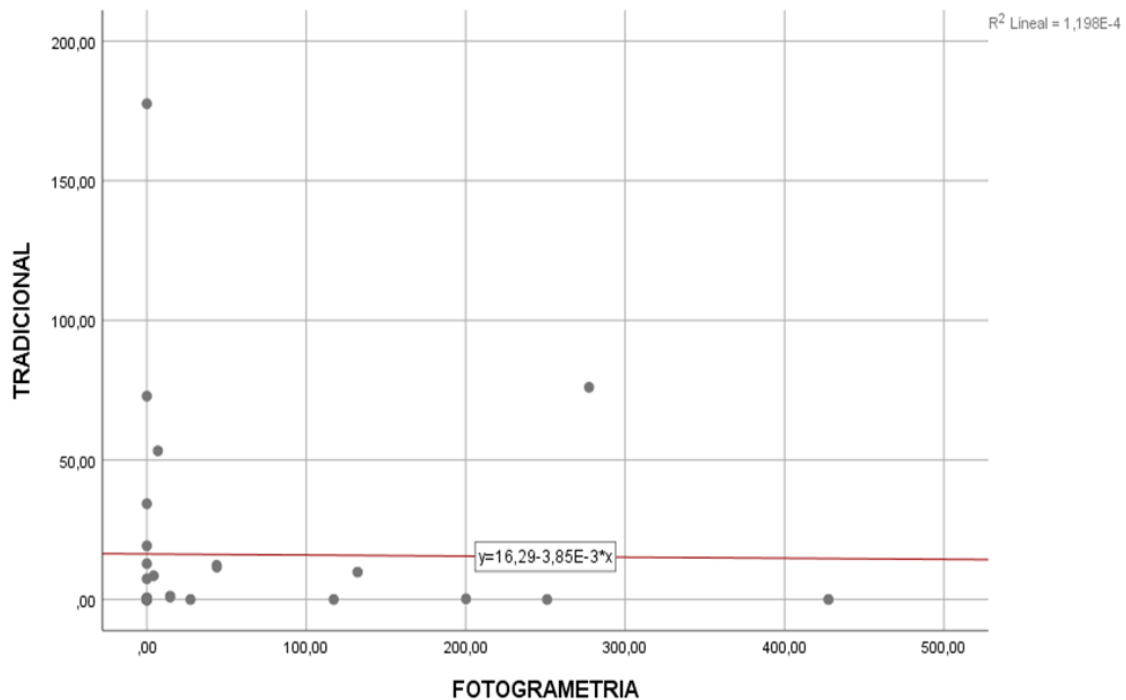
Tabla 17  
*Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del relleno*

### Correlaciones

			TRADICIO NAL	FOTOGRA METRIA
Rho de Spearman	TRADICIONA L	Coeficiente de correlación	1.000	.073
		Sig. (bilateral)	.	.697
		N	31	31
	FOTOGRA METR IA	Coeficiente de correlación	.073	1.000
		Sig. (bilateral)	.697	.
		N	31	31

Figura 19

*Grafico Rho DE Spearman de tradicional y fotogrametría en correlaciones datos del relleno*



De la tabla anterior, podemos notar que existe relación directa y significativa entre la aplicación de fotogrametría y levantamiento tradicional, puesto que el estadístico de prueba Rho de Spearman alcanzó un valor de 0,073, lo que indica que indica que la correlación de datos del relleno es directa y su grado es débil.

¿Cómo determinar la aplicación de la fotogrametría influye la ejecución del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?

Tabla 18

*Resumen de resultados de tiempo*

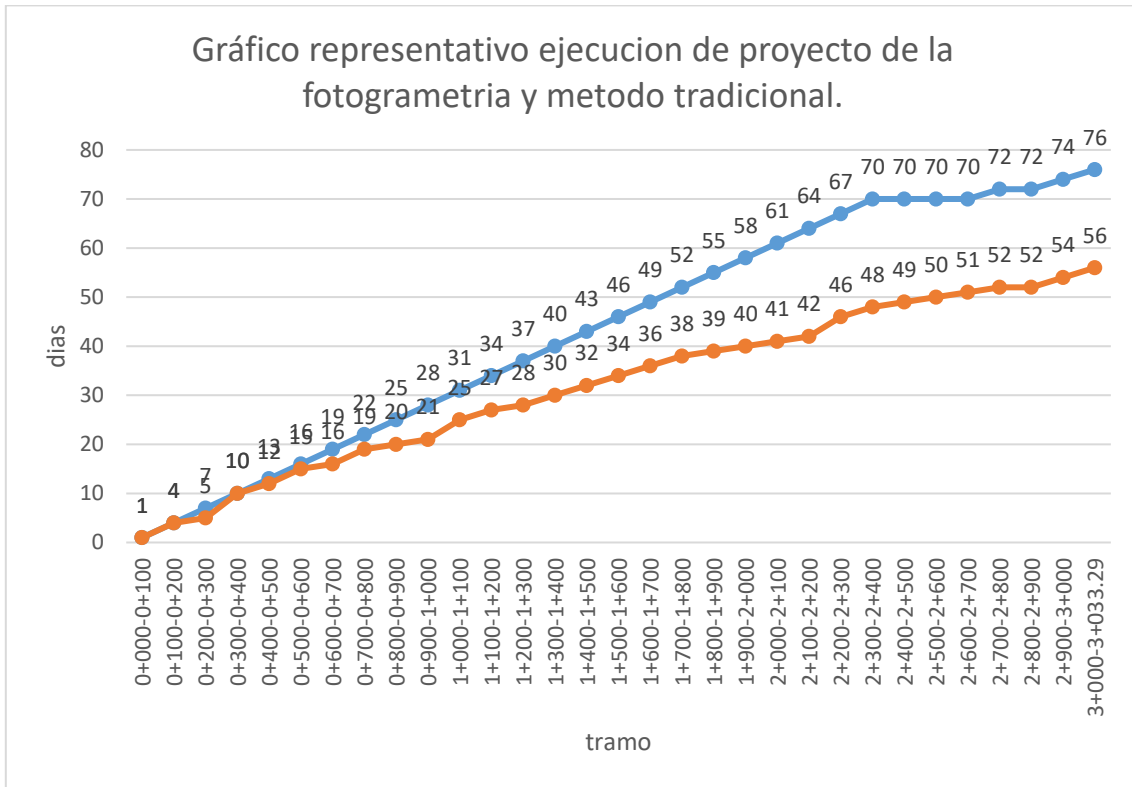
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	
<b>NOMBRE</b>	<b>DIAS</b>
<b>METODO TRADICIONAL</b>	<b>76</b>
<b>METODO CON FOTOGRAMETRIA</b>	<b>56</b>
<b>% de Variación</b>	<b>26.32%</b>

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, En la figura 20 podemos a podemos apreciar un gráfico representativo y comparativo en función a los días de la fotogrametría y Método tradicional:

Figura 20

*Gráfica representativa y comparativa del tiempo*



Estos resultados se pueden apreciar método tradicional es 76 días y método con fotogrametría es 56 días la planificación. Finalmente, cabe mencionar que con el método fotogrametría se obtuvo una reducción 20 días los cuales, corresponde a aproximadamente, porcentaje de Variación 26.32% de optimización en el tiempo.

- ¿Cómo determinar la aplicación de la fotogrametría influye en las incompatibilidades en control volumétrico del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?

Tabla 19

Cuadro de comparativa tradicional y Fotogrametría (%)

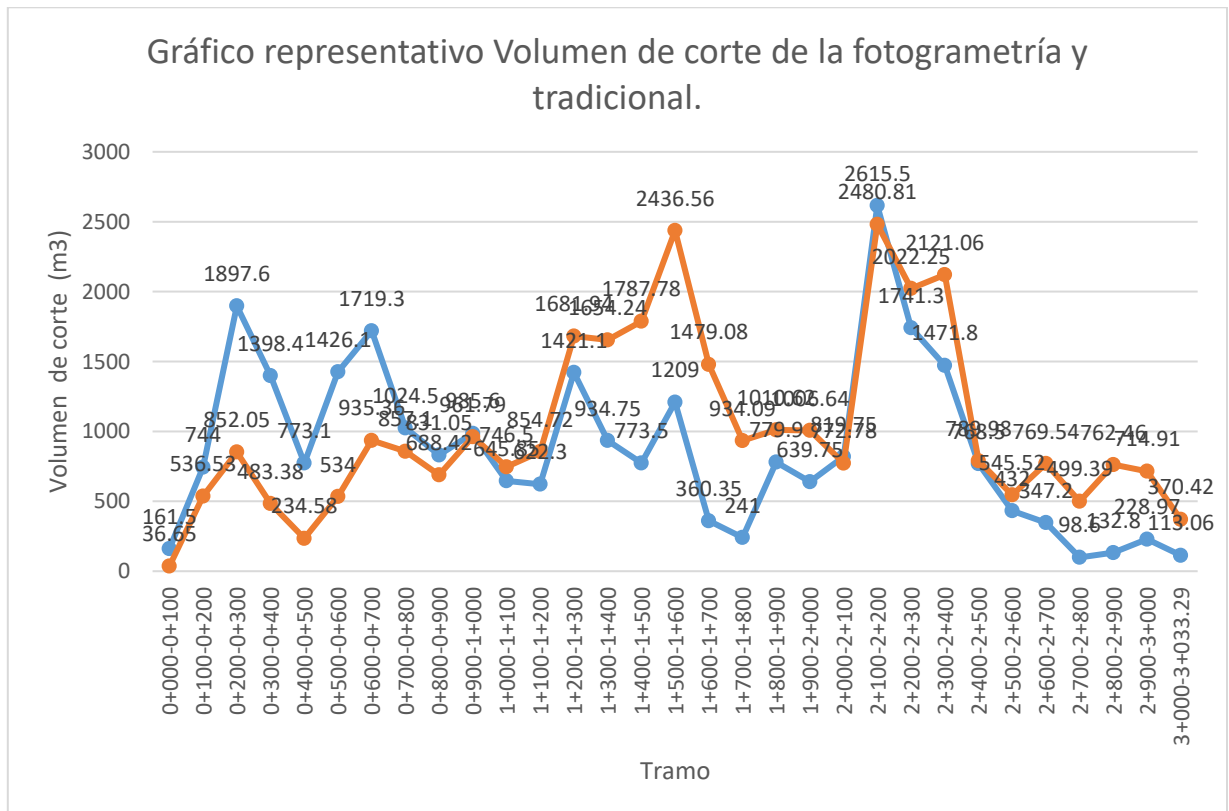
	CORTE	RELLENO
NOMBRE	Volumen	Volumen
METODO TRADICIONAL	27357.78	499.05
METODO CON FOTOGRAMETRIA	31561.15	1561.14
% de Variación	15.36%	68.03%

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, En la figura 21 y figura 22 podemos apreciar un gráfico representativo y comparativo en función volumen de corte y relleno de la fotogrametría y Método tradicional:

Figura 21

Gráfica representativa y comparativa del control volumétrico en función al corte

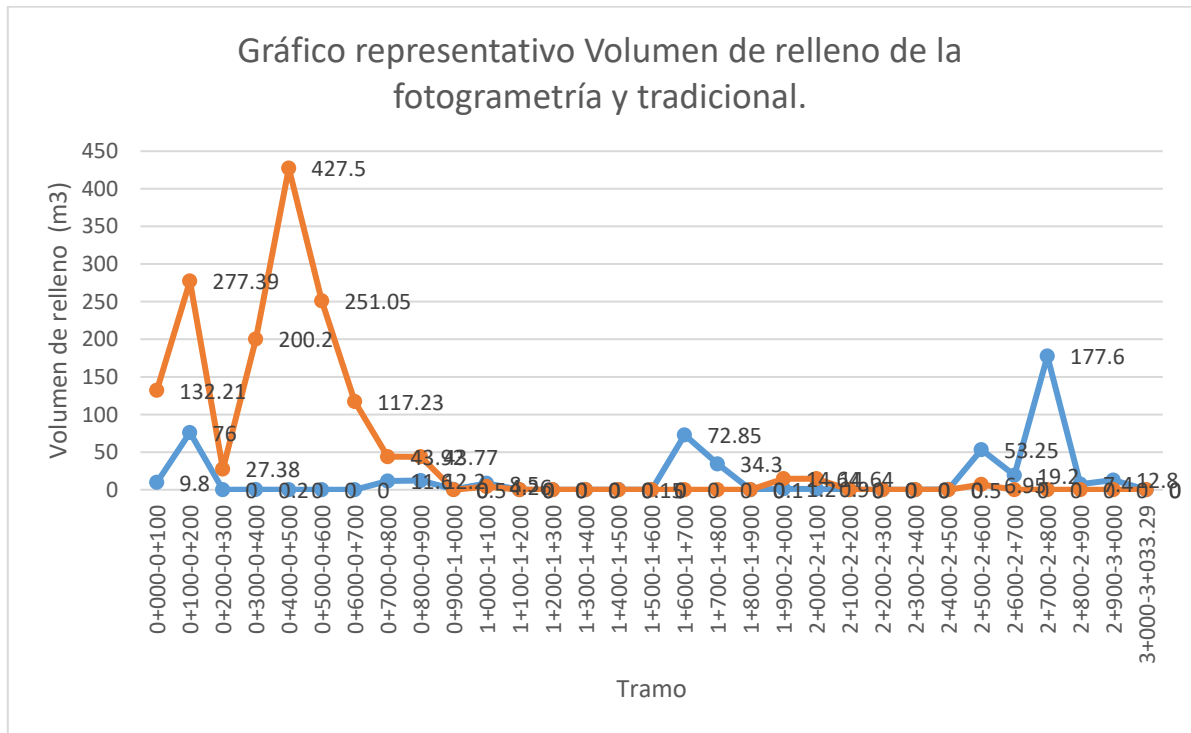




Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22

*Gráfica representativa y comparativa del control volumétrico en función al relleno*



Los resultados método tradicional fue corte 27357.78 m<sup>3</sup> y relleno 499.05 m<sup>3</sup> y con el método con fotogrametría en corte 31561.15 m<sup>3</sup> y en relleno 1561.14 m<sup>3</sup> con de aplicar la fotogrametría en el presente proyecto han permitido identificar varias omisiones las cuales conllevaron a corte, relleno y base granular un aumento para el porcentaje variación fue en corte 15.36% y relleno 68.03%.

- ¿Como determinar la aplicación de la fotogrametría influye en los sobrecostos del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?

Tabla 20

Costo del movimiento de tierra tradicional y fotogrametría.

	Movimiento de tierra	
	Corte	Relleno
<b>Costo de movimiento de tierra (Tradicional)</b>	<b>S/ 206,824.8</b>	<b>S/ 9,486.941</b>
<b>Costo de movimiento de tierra (la fotogrametría)</b>	<b>S/ 238,602.3</b>	<b>S/ 29,677.27</b>
<b>% de Variación</b>	<b>15.36%</b>	<b>68.03%</b>

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, En la figura 23 y figura 24 podemos apreciar un gráfico representativo y comparativo en función al costo en soles de la fotogrametría y método tradicional:

Figura 23

Gráfica representativa y comparativa del costo presupuesto en función al corte.

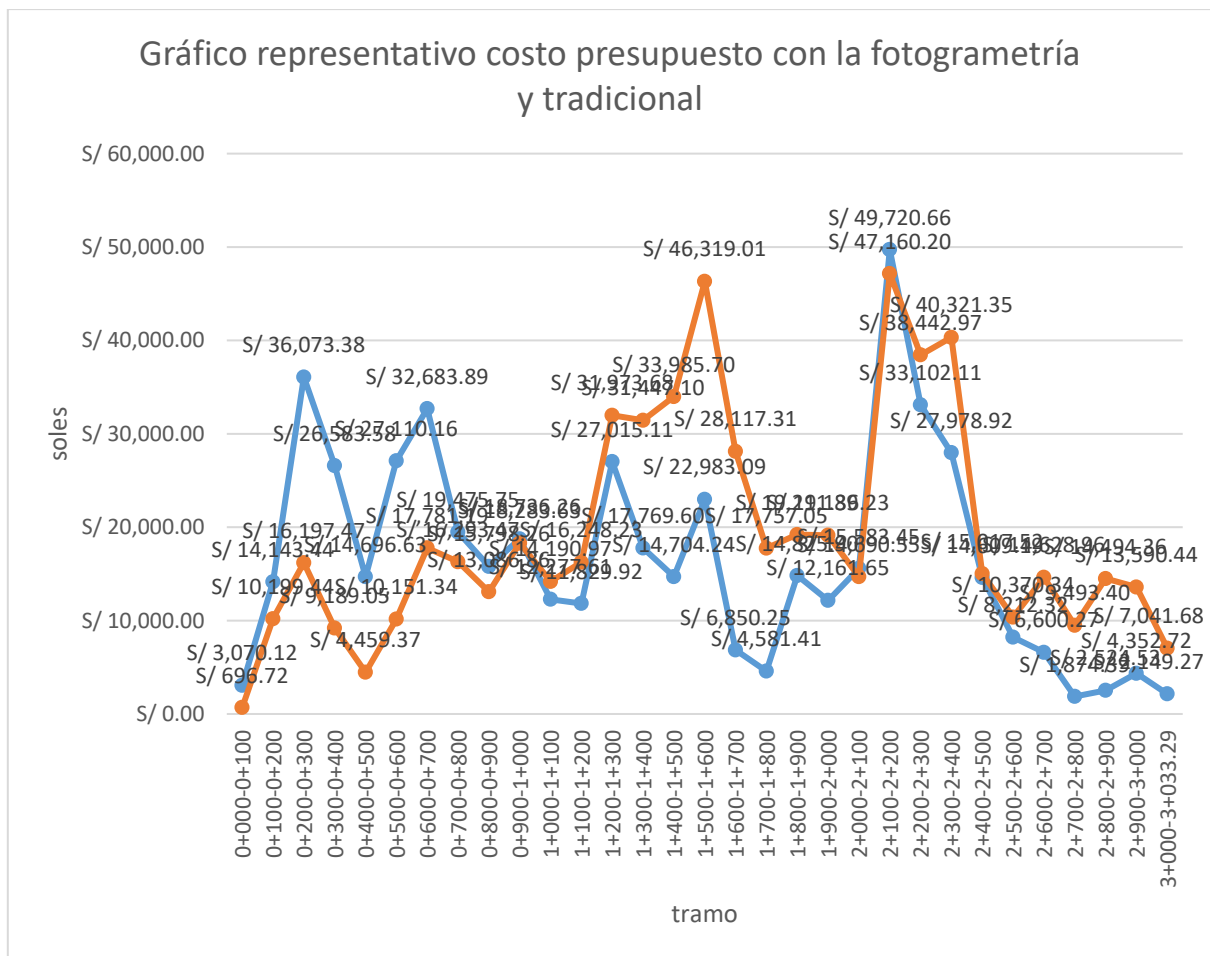
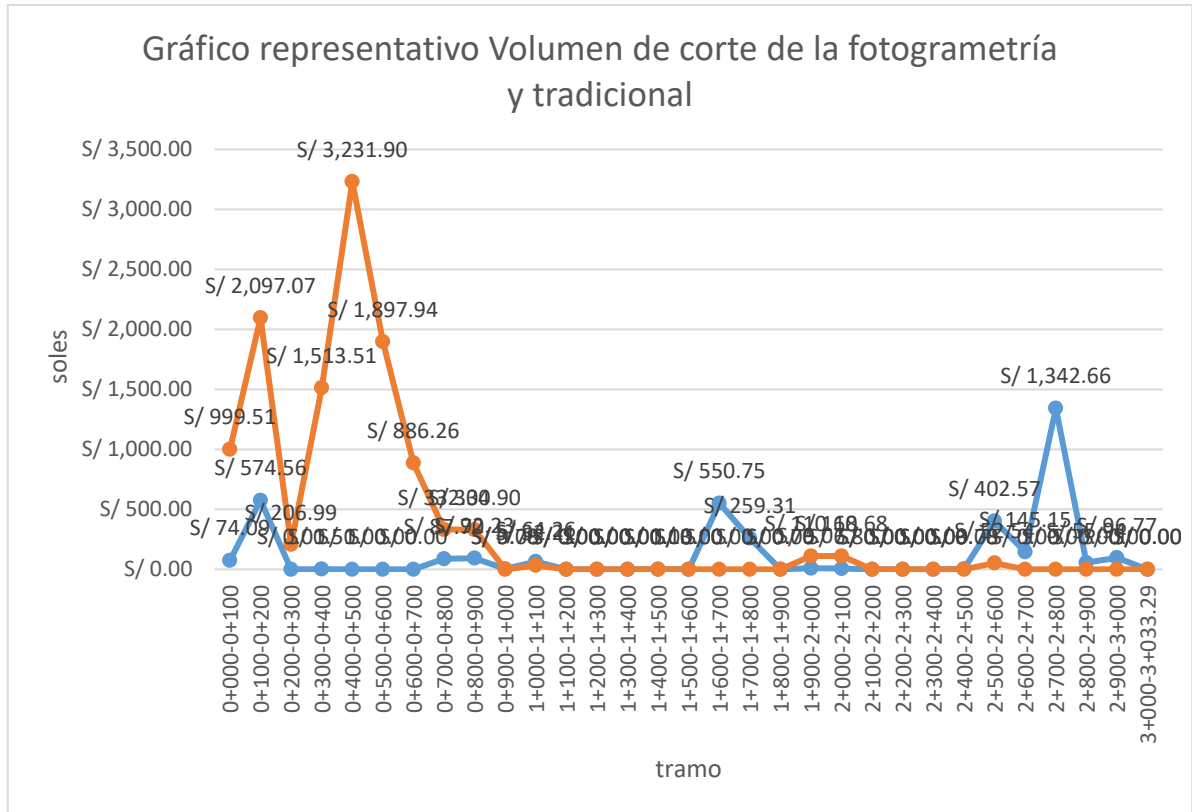


Figura 24

Gráfica representativa y comparativa del costo presupuestado en función al relleno.



Fuente: Elaboración Propia.

Resultado con el Costo de movimiento de tierra con tradicional en corte S/ 206,824.8 y en relleno S/ 9,486.941 y costo de movimiento con la fotogrametría en corte S/238,602.3 y en relleno S/ 29,677.27, incluyendo las excavaciones o cortes y relleno, el total por 30033.29 km obtenido con la fotogrametría, se ha comparado con el costo total de dichas partidas en el presupuesto con el método tradicional. Además, se calculó el porcentaje de optimización que resultó en costo un porcentaje de variación de movimiento de corte S/31,777.50 soles en el corte y S/20,190.33 soles en el relleno por mayor de metro.

## **CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1. Limitaciones:**

-La información en los detalles de los elementos, la escasez de planos detallados por lo consideraron datos importantes en este caso corte y relleno.

-Una de las limitaciones que se tuvo es por circunstancias existentes de la Covid-19, que limita las reuniones y aglomeraciones, por ello produce que la labor de investigación sea limitada, ya que no era posible tener contacto con los trabajadores del área técnica, lo que hizo difícil el levantamiento de información de los planos, presupuestos, metrados.

#### 4.2. Discusión:

##### Discusión 1:

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos como verdadera la hipótesis general que establece que la influencia de la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023, permitiendo que se pueda anticipar Rho de Spearman alcanzó un valor de 0,516, y un valor de 0,073 , Esto indica una correlación cada vez mayor entre los datos de eliminación y los datos de la aplicación, y se observan mejoras significativas en la optimización de las mediciones en toda la aplicación. En fotogrametría, cada método calcula la diferencia en el volumen de cada muestra, y las pruebas estadísticas arrojan resultados muy diferentes, lo que lleva a concluir que se trata del volumen del movimiento de tierras de la vía (Alca y Gutiérrez, 2021). Finalmente, la aplicación de la fotogrametría tiene implicaciones para la optimización de los levantamientos topográficos.

##### Discusión 2:

A partir de nuestros resultados, aceptamos como verdadera la hipótesis específica que establece Identificar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en la ejecución del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023. Esta afirmación se logra mediante la reducción de tiempo debido a la corrección de incompatibilidad, lo que se refleja en una importante

ventaja de tiempo de 76 días para el método convencional y 56 días para el método fotogramétrico. Esto fue posible gracias a una comparación realizada teniendo en cuenta los procesos y aplicaciones tradicionales de la fotogrametría. Esto le permite integrar y sincronizar información para obtener un único modelo heredado con datos únicos. Este dron logró un total de 24,2 horas, incluidas 2,9 horas para detección del terreno, 0,4 horas para planificación de vuelo, 1 hora para vuelo y 20 horas para procesamiento de gabinete (Bejarano y Palomino, 2021). Esto representa un total de 20 días de implementación de fotogrametría. Esto corresponde aproximadamente a una de optimización de 26,32 que varía con el tiempo. Comparando los estudios de Bejarano y Palomino, encontramos que ambos estudios afirman que la fotogrametría puede reducir efectivamente el tiempo dedicado a extensiones de cronograma causadas por incompatibilidad en la ejecución del proyecto.

### Discusión 3:

Teniendo en cuenta el modelado tridimensional del proyecto en estudio y mediante el uso de la fotogrametría para identificar incompatibilidades, se puede afirmar que, Analizar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en las incompatibilidades en control volumétrico del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023. Se detectaron varias omisiones las cuales fueron detectadas anticipadamente gracias a la aplicación de la fotogrametría de manera automática, Los resultados mostraron una similitud razonable entre los modelos digitales de terreno en cuanto a precisión se refiere. Sin

embargo, se puede concluir que la topografía con drones es una tecnología apropiada para la captura de datos topográficos y no tiene comparación en términos de eficiencia en superficies con una precisión equivalente. Según la investigación de (Collazos, 2018) se determinó que mediante la implementación de la fotogrametría han permitido identificar varias omisiones las cuales conllevaron a corte, relleno y base granular un aumento para el porcentaje variación fue en corte 15.36% y relleno 68.03%. determinar tipo de incompatibilidad más predominante concuerda con el análisis en nuestra investigación, además de presentar una mayor variación de porcentaje para encontrar conflictos.

#### Discusión 4:

La investigación permitió determinar que implementando la metodología Verificar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en minimizar los sobrecostos del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho, debido al proceso que se siguió para cuantificar se observa una mejora significativa en la optimización del levantamiento aplicando la fotogrametría , se ha comparado con el costo total de dichas partidas en el presupuesto con el método tradicional. Además, se calculó el porcentaje de optimización que resultó en costo un porcentaje de variación de movimiento de corte S/.31,777.50 soles en el corte y S/20,190.33 soles en el relleno por mayor de metrado. Un levantamiento topográfico realizado con drones demostró ser más eficiente, ya que recolectó datos en menos tiempo, presentó un error total menor y resultó ser más económico en comparación con el método tradicional (Pedraza, 2019). Finalmente, las conclusiones este estudio están de acuerdo

en que aplicar la fotogrametría ahorro es sustancial en ambas reduce el valor del contrato a través de identificación o detecciones de interferencia.

#### **4.2.1 Implicancias:**

Esta investigación tiene relevancia práctica, debido a que el uso y aplicación de esta aplicación de la fotogrametría tiene como objetivo mejorar la eficiencia del diseño geométrico de la carretera, los errores y la confusión en la fase de diseño se reducen significativamente, y también se minimiza el riesgo de errores y errores en la fase de ejecución.

En cuanto a implicancias teóricas, esta investigación brinda algunos trazos relevantes que pueden ser tomadas para otras investigaciones, con el fin de implementar la fotogrametría. para darle una optimización o mejora en sus proyecto o investigación. Además, como implicancia social, La introducción de la fotogrametría en la fase de diseño aporta beneficios satisfactorios al proyecto mediante la detección temprana de interferencias, lo que influye positivamente en la fase de ejecución, optimizando los plazos fijados y mejorando el rendimiento del proyecto, reduciéndose los costes estimados. La presupuestación de la documentación técnica beneficia al lugar y a la sociedad donde se implementa el proyecto, ya que se evitan sobreestimaciones, cambios, ampliación de la duración del proyecto y sanciones.



#### **4.2.2 Análisis comparativo:**

##### **Antecedentes Internacionales**

Collazos, J (2018) hicieron el informe “Evaluación de modelos digitales de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el cálculo de volúmenes”, para lograr la Especialización en Geomática en la Universidad Militar Nueva Granada en Bogotá. Donde el objetivo general fue la evaluación de los modelos digitales de terreno (MDT) derivados de la tradicional topografía convencional y la topografía realizada con drones. Además, el método de topografía con drones produce no sólo un DSM (modelo digital de superficie) sino también un ortomosaico georreferenciado muy detallado, lo que añade un valor significativo a los resultados proporcionados. Por lo tanto, concluimos que Collazos está de acuerdo con nuestro estudio, ya que la aplicación de la fotogrametría conduce a una eficiencia superficial y tiene un valor agregado significativo a los resultados obtenidos.

Del Río et al. (2020), titulado "Análisis Comparativo de Levantamiento Topográfico Tradicional y Tecnología de Drones", publicado en el número 2 del volumen 14 de la revista de Arquitectura e Ingeniería en Cuba, se llevó a cabo una investigación cuyo objetivo principal fue comparar cuatro métodos de levantamiento topográfico. La metodología utilizada en este estudio implicó el empleo de un dron modelo Phantom 4 Pro y el software Pix4D. A partir de los datos recopilados, se procedió a comparar la precisión del método tradicional con la del dron. En última instancia, las conclusiones generales del estudio indicaron que, a partir de la comparación de estos cuatro métodos, se pudo observar que el método tradicional requiere una considerable cantidad de tiempo y la participación de al menos dos personas para su ejecución. En este estudio coincide

porque nuestro estudio aplico la fotogrametría para mejorar diseño de carretera en costo y tiempo. Por lo tanto, el levantamiento con drones demostró ser mucho más eficiente en términos de tiempo, ya que solo requirió la intervención de una persona para llevarlo a cabo.

Jiménez et al. (2019) realizaron el estudio "Análisis Comparativo entre Levantamientos Topográficos con Estación Total como Método Directo y el Uso de 20 Drones y GPS como Métodos Indirectos", con el objetivo de obtener el título de Ingeniero Civil en la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador en Ecuador, se llevó a cabo una investigación con el propósito general de analizar y comparar dos enfoques para el levantamiento topográfico: el método directo utilizando una estación total y el método indirecto que involucra el uso de drones y GPS. Comparando la estación total y el GPS, la desviación máxima fue de 0,023 metros en el eje X, 0,020 metros en el eje Y y 0,039 metros en altitud. Al comparar la estación total y el dron, encontramos desviaciones mayores de 0,059 metros en el eje X, 0,037 metros en el eje Y y 0,313 metros de altura. Finalmente, al comparar GPS y drones, la mayor diferencia radica en la fotogrametría en la etapa de diseño, que muestra claramente los beneficios potenciales. También es consistente con nuestro estudio al destacar a los drones como el método más viable para utilizar el modelado de diseño de carreteras y debido a su versatilidad y eficiencia en la recopilación de datos del terreno.

### **Antecedentes Nacionales**

Bejarano, J. & Palomino, J. (2021) realizó la tesis “Análisis comparativo del levantamiento fotogramétrico y estación total en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento progresiva 0+000 al 3+837.26 KM - Otuzco, La Libertad, Perú 2021”. Se realizó un estudio sobre la aplicación y uso de los dispositivos seleccionados y el procesamiento burocrático de la información recolectada. Resultados El costo total de trabajar con una estación total es de 62,117.57 Solace, el costo total de trabajar con un dron fue de 123,828.16 soles Se observaron errores relativamente grandes al trabajar con drones, lo que afectó significativamente la precisión horizontal. Este trabajo requiere más tiempo en comparación con las estaciones totales, aunque a un costo mayor. Recomendamos utilizar el dron DJI Phantom 4 RTK ya que tiene hasta 57,35 % más rápido. Este estudio es consistente porque utiliza modelos de carreteras para determinar costos e incompatibilidades que pueden beneficiar enormemente a un proyecto.

Alca, G. & Gutiérrez, D. (2021) elaboró la tesis titulada “Análisis de movimiento de tierras en carreteras generado por el método de diferencia de superficies con dron en contraste al método de prisma de carretera”, para lograr el título de ingeniero civil en la universidad nacional del altiplano. En el análisis se consideró la fase de levantamiento topográfico utilizando dos métodos, que determinan la topografía usando el principio de fotogrametría usando un dron, y el método de levantamiento topográfico tradicional usando una estación total, que es la representación real. Representa la cantidad de movimiento. Esto se debe a que no subestima la información entre dos progresivos sucesivos y asegura una mayor precisión del medidor y del presupuesto de obras viales en comparación con los resultados obtenidos con el método del prisma vial. Este estudio

es consistente ya que permitió planificar, programar y monitorear continuamente, lo que permite planificar el tiempo durante el proceso constructivo.

Marin, J. & Vilela, J. (2022). investigó “Análisis de un levantamiento fotogramétrico frente a un levantamiento topográfico entre los kilómetros 96 y 98 del tramo PE-08B de la red vial nacional Cajamarca - Celendín”, para ser Ingeniero Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte. . Los resultados de fotogrametría con un dron DJI PHANTHOM 4 PRO cuestan 3,26 veces menos que los levantamientos topográficos con una estación total. Aunque es un 25% más rápido en términos de tiempo de trabajo, este estudio con drones carece de precisión en términos de altura del punto. Este estudio es consistente con nuestro estudio, ya que el modelado tridimensional mejora el proceso de visualización, identificación y compatibilidad de los documentos contractuales y predice la construcción real de un proyecto a través de la construcción virtual. También ayuda a prevenir incidentes y mejora la eficiencia. Y rendimiento.

### **4.3. Conclusiones:**

Se logro determinar la influencia de la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

Se puede afirmar con un 99% de confianza que si existe una relación positiva moderada y débil entre el método tradicional y la fotogrametría para un levantamiento topográfico de un tramo de carretera, por lo tanto, la fotogrametría si influye hasta de un 51% en la optimización del levantamiento aplicando la fotogrametría., cumpliéndose la hipótesis generada por esta investigación.

Se identificaron de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en la ejecución del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

Los resultados obtenidos en nuestra programación de obra, comprobándose la fotogrametría influye en la optimización de un levantamiento topográfico, obteniéndose un porcentaje de variación en 20 días en la ejecución del movimiento de tierra.

Se logró analizar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en las incompatibilidades en control volumétrico del proyecto para la optimización del levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

Se realizó la inspección visual de la fotogrametría, comprobándose de la aplicación en las incompatibilidades en el presente proyecto, obteniéndose para el caso del corte realizo 15.36%, como relleno 68.03% equivalente en 4,203.37 m<sup>3</sup> en función al corte y 1,062.09 m<sup>3</sup> en función al relleno que fueron omitidas por metros no considerados en el levantamiento topográfico.

Se logró verificar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en minimizar los sobrecostos del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.

Se ejecutó la elaboración de dos comparaciones con la fotogrametría y de manera tradicional en el presente estudio permitieron detectar los futuros, el primero siendo una influencia en el costo equivalente S/ 31,777.50 soles en función al corte y S/ 20,190.33 soles en función al relleno generados por mayores metros.

#### **4.4. Recomendaciones:**

En este capítulo se detallarán las recomendaciones a tener en cuenta según los resultados obtenidos en nuestra tesis.

- Comprobar cuidadosamente la posición y ángulo desde el que se tomarán las imágenes para no tener problemas en la etapa de trazo de carretera.
- Utilizar programas de fotogrametría confiables para el posprocesamiento de imágenes. Hay varias opciones disponibles, incluidas Pix4D, Agisoft Metashape y RealityCapture. Investiga y elige el que mejor se adapte a tus necesidades y recursos.
- Recomendamos una evaluación más detallada de las discrepancias en el diseño geométrico. Porque si no se identifican y corrigen las discrepancias en la etapa de diseño, se evitará el coste de una gran cantidad de elementos nuevos. Esto conduce a un presupuesto mayor.
- Deben cumplirse todas las normas y reglamentos locales. La seguridad es extremadamente importante para el equipo y para todos los que lo rodean.

## REFERENCIAS

Alca, G. & Gutiérrez, D. (2021) “Análisis de movimiento de tierras en carreteras generado por el método de diferencia de superficies con drone en contraste al método de prisma de carretera”. Obtenido de UNAP:  
<https://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17320>

Arias, F. G. (2012). El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición. Fidas G. Arias Odón.

Ayala, M. (2018) “Evaluación de levantamientos topográficos con drone (dji phantom 4 pro) y estacion total, quebrada Señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho, Perú 2018” Obtenido de Universidad Privada de Trujillo:  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI\\_374e7f2f8ed1969bed4be4d8725812ee](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI_374e7f2f8ed1969bed4be4d8725812ee)

Bejarano, J. & Palomino, J. (2021) “Análisis comparativo del levantamiento fotogramétrico y estación total en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento progresiva 0+000 al 3+837.26 KM - Otuzco, La Libertad, Perú 2021”. Obtenido de UPAO:  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO\\_76a6a8ca76eb58f6d47b35dfa975e0de](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO_76a6a8ca76eb58f6d47b35dfa975e0de)

Bosque, L., Camacho, E. y Rodríguez, G. (2019). Estadística aplicada. Ed. Manual moderno.



- Cisneros, S. et al. (2019). Estudio de las configuraciones de puntos de control terrestre para fotogrametría con drones. Obtenido de Universidad de las fuerzas armadas espe: <https://doi.org/10.24133/geoespacial.v16i1.1278>
- Collazos, J. (2018) “Evaluación de modelos digitales de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el cálculo de volúmenes” Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17948/CollazosCaycedoJohnJairo2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Del Río et al. (2020) “Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones.” Obtenido de Universidad Juárez del Estado de Durango: <https://www.redalyc.org/journal/1939/193963490001/193963490001.pdf>
- Fernández, P. & Díaz, P. (s. f.). Investigación cuantitativa y cualitativa. 4.
- García, A, Rosique, M. & Torres, M. Topografía y cartografía mineras. 2ª ed., revisada. Cartagena: Obtenido de Universidad Politécnica: <http://hdl.handle.net/10317/5889>
- Gómez, A. (2016) “Trabajos topográficos en la ejecución de las subestaciones eléctricas de tracción y los centros de autotransformación asociados a la línea de alta velocidad del tramo. Valladolid León Burgos” Obtenido de Universitat Politècnica de València: <https://riunet.upv.es/handle/10251/53463>
- Gonzales, D. (2013) “Aplicación de herramientas lean en la gestión de proyectos de edificación.” Obtenido de Universidad de Valladolid: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/7076/TFM-P-115.pdf?sequence=1>

Gordillo, V. (2014) “Evaluación de la gestión de proyectos en el sector construcción del Perú”. Obtenido de Universidad de Piura:

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2051/MAS\\_PRO\\_006.pdf%3Bs](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2051/MAS_PRO_006.pdf%3Bs)

Hernández, R. Fernández, C. & Baptista, L. (2014) “Metodología de la investigación”.

Obtenido en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hilario, Q. (2015). Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional. Obtenido de Universidad Nacional Del Altiplano:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3882>

Jimenez, N. et al. (2019) “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de Drones y GPS como métodos indirectos” Obtenido de Universidad de El Salvador:

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20697/>

Marin, J. & Vilela, J. (2022). “Análisis de un levantamiento fotogramétrico frente a un levantamiento topográfico entre los kilómetros 96 y 98 del tramo PE-08B de la red vial nacional Cajamarca – Celendín”. Obtenido de Repositorio Universidad Privada del Norte: <https://hdl.handle.net/11537/33744>

MTC. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018.

Nieto, J. (2017). “Análisis de los factores que generan atraso o abandono en las obras públicas de infraestructura en Bogotá” Obtenido de Universidad La Gran Colombia:

[https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3867/Análisis\\_abandono\\_ob](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3867/Análisis_abandono_ob)

ras\_públicas.pdf?sequence=1

Pedraza, A. (2019) “Análisis comparativo del levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos – 2019”

Obtenido de Universidad César Vallejo:

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3214147?show=full>.

Quiros, E. (2014) Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería

Civil. Obtenido de: <https://geoinnova.org/libro/introduccion-a-la-fotogrametria-y-cartografia-aplicadas-a-la-ingenieria-civil/>

Rodríguez, W. (2011). Mejoramiento de la Productividad en la Construcción de Obras

con Lean Construction, Trenchless, CYCLONE, EZStrobe, BIM. Perú: Editorial Culturabierta E.I.R.L. Obtenido de: <http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31732>

Santamaria, J. & Sanz, T. (2011). Fundamentos de fotogrametría. Obtenido de Dialnet:

<https://dialnet.unirioja.es/download/libro/492591.pdf>

Santos, D., & Albert, F. (2014). Fotogrametría usando plataforma aérea UAV (Unmanned

Aerial Vehicle). Obtenido de Universidad Politécnica de Catalunya: <https://core.ac.uk/download/pdf/41806759.pdf>

Schober et al. (2018) “Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation”

Artículo. Obtenido de: [https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2018/05000/correlation\\_coefficients\\_\\_appropriate\\_use\\_and.50.a.spx](https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2018/05000/correlation_coefficients__appropriate_use_and.50.a.spx)



“LA FOTOGRAMETRÍA PARA LA OPTIMIZACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE UN TRAMO DE CARRETERA, DEL DISTRITO DE CHALLHUAHUACHO - PROVINCIA DE COTABAMBAS - DEPARTAMENTO DE APURIMAC, 2023.”

Toro, O & Rojas, G. (2016) “Diseño e implementación de un servicio de levantamientos

topográficos por medio de drones”, Obtenido de Universidad Piloto de Colombia:

<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4603?show=full>

## ANEXOS

### 6.1. Anexo 1

#### 6.1.1. Matriz de operacionalización y operacional de variable

Tabla 21

Tabla 21 Matriz de operacionalización

la fotogrametría para la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023."							
Título	Hipótesis	Objetivo general	Objetivos específicos	variables	Metodología	Población	Muestra
¿En qué medida influye la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera, del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023?"	Se propone como hipótesis lo siguiente: La aplicación de la fotogrametría tiene una influencia del 30% la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023	Determinar la influencia de la fotogrametría en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en la ejecución del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.</li> <li>Analizar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en las incompatibilidades en control volumétrico del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.</li> <li>Verificar de qué manera la aplicación de la fotogrametría influye en minimizar los sobrecostos del proyecto en la optimización de levantamiento topográfico de un tramo de Carretera del distrito de challhuahuacho - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac, 2023.</li> </ul>	la fotogrametría	Tipo de investigación: aplicada  diseño cuasi experimental y de corte transversal  Tipo de instrumentos de medición: observación Dron.	tramo de carretera conformada por una longitud de 6+957.30 Km	Tramo I (0+000 a 3+033.29) :
				La optimización de levantamiento topográfico	método de análisis cuantitativo		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22**

*Tabla 22 operacional de variable*

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	
Variable Independiente	la fotogrametría	Santamaria & Sanz (2011, p. 9) Nos dice “La fotogrametría es el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuales podemos deducir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones del mismo”.	El objetivo primordial es lograr un desarrollo más eficiente de los proyectos constructivos de carreteras toda su vida útil mediante la fotogrametría.	La fotogrametría obtenida por un tramo de carretera	La fotogrametría  Píxeles	Spss estadistics	
Variable dependiente	La optimización de levantamiento topográfico	Costo	•El costo es esencial para garantizar que un proyecto se ajuste al presupuesto establecido.	El costo es una parte crucial donde se verá los gastos generados en todo el proyecto.	Mayor o menor en costo en el proyecto.	Costo  Cantidad S/ soles	-Estación total.  -Dron
		Tiempo	El tiempo es cumplir con los plazos es crucial para la satisfacción del cliente, la eficiencia en la ejecución del proyecto.	•El tiempo es la parta fundamental a donde empieza a ver la eficiencia en el proyecto.	Mayor o menor tiempo en el proyecto.	Tiempo  En cronogramas en días.	-Estación total.  -Dron
		Reducción de errores	Reducción de errores de manera oportuna son esencial para evitar retrasos, sobrecostos y posibles problemas legales.	• La Reducción de errores es una característica fundamental y es la sensación de menor o mayor control volumétrico.	Mayor o menor en control volumétrico detectado por las Reducción de errores	Reducción de errores en M3 de metrados.	-Estación total.  -Dron

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 1. CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

PERFIL DEL EXPERTO	
Nombre y apellidos:	CARLOS DIAZ TARAZONA
Cargo:	ESPECIALISTA EN TOPOGRAFIA, TRAZO Y DISEÑO VIAL
Ocupación:	Ing. Civil
Institución /Empresa:	JNR CONSULTORES SA / HYC INGENIEROS CONSULTORES
CIP	176179
Experiencia	6 años

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los Ítems del instrumento y marcar con una “X” dentro del recuadro, según la calificación que asigne a cada indicador:

1. Deficiente (Menos del 30% del total de ítems cumple con el indicador)
2. Regular (Entre el 31% y 70% del total de ítems cumple con el indicador)
3. Buena (Más del 70% del total de ítems cumple con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Sugerencias
Criterio	Indicador	D	R	B	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones.			X	
Congruencia	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden.			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables.			X	
Objetividad	Los ítems miden comportamientos y acciones observables.			X	
Consistencia	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables.			X	

Organización	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.			X	
Claridad	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar.			X	
Formato	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, nitidez)			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas y opciones de respuestas bien definidas.			X	
<b>CONTEO TOTAL</b>		0	0	0	
Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador		<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>TOTAL</b>

**Coefficiente de validez:**

$$\frac{A+B+C}{30} = 0.89$$

Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

**CALIFICACIÓN GLOBAL**

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

0,80 – 0,89	Validez buena
-------------	---------------

Lima, 5 de octubre del 2022



Carlos Diaz Tarazona  
CIP: 176179



## ANEXO 2. CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

PERFIL DEL EXPERTO	
Nombre y apellidos:	Freddy Araujo Bautista
Cargo:	ESPECIALISTA EN TOPOGRAFIA, TRAZO Y DISEÑO VIAL
Ocupación:	Ing. Civil
Institución /Empresa:	JNR CONSULTORES S.A. / CONSORCIO SUPERVISOR CIUDAD ABANCAY
CIP	154600
Experiencia	8 años

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los Ítems del instrumento y marcar con una “X” dentro del recuadro, según la calificación que asigne a cada indicador:

4. Deficiente (Menos del 30% del total de ítems cumple con el indicador)
5. Regular (Entre el 31% y 70% del total de ítems cumple con el indicador)
6. Buena (Más del 70% del total de ítems cumple con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Sugerencias
Criterio	Indicador	D	R	B	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones.			X	
Congruencia	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden.			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables.			X	
Objetividad	Los ítems miden comportamientos y acciones observables.			X	
Consistencia	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables.			X	

Organización	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.			X	
Claridad	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar.			X	
Formato	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, nitidez)			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas y opciones de respuestas bien definidas.			x	
<b>CONTEO TOTAL</b>		0	0	0	
Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador		<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>TOTAL</b>

**Coefficiente de validez:**

$$\frac{A+B+C}{30} = 0.89$$

Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

### CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

0,80 - 0,89	Validez buena
-------------	---------------

Lima, 12 de octubre del 2022



Freddy Araujo Bautista  
CIP: 154600

## ANEXO 3. CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

PERFIL DEL EXPERTO	
Nombre y apellidos:	Andi Basilio Valencia Hidalgo
Cargo:	SUPERINTENDENTE DE PROYECTO
Ocupación:	Ing. Civil
Institución /Empresa:	ABVA CONTRATISTAS GENERALES-NEXA
CIP:	283856
Experiencia	5 años

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los Ítems del instrumento y marcar con una “X” dentro del recuadro, según la calificación que asigne a cada indicador:

7. Deficiente (Menos del 30% del total de ítems cumple con el indicador)
8. Regular (Entre el 31% y 70% del total de ítems cumple con el indicador)
9. Buena (Más del 70% del total de ítems cumple con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Sugerencias
Criterio	Indicador	D	R	B	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones.			X	
Congruencia	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden.			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables.			X	
Objetividad	Los ítems miden comportamientos y acciones observables.			X	

Consistencia	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables.			X	
Organización	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.			X	
Claridad	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar.			X	
Formato	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, nitidez)			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas y opciones de respuestas bien definidas.			X	
<b>CONTEO TOTAL</b>		0	0	30	
Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador		<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>TOTAL</b>

**Coefficiente de validez:**

$$\frac{A+B+C}{30} = 1$$

Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

### CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

0,90 - 1,00	Validez muy buena
-------------	-------------------

Lima, 12 de octubre del 2022



ANDI VASILIO  
VALENCIA HIDALGO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 283856

## 6.2. Anexo 2

### 6.2.1. Panel fotográfico

Figura 25

*Inicio de la vía. Prog. 00+00 al 1+00.*



Figura: 26

*Inicio de la vía. Prog. 1+00 al 2+00.*



Figura: 27

*Inicio de la vía. Prog. 2+00 al 3+033.29*



Figura: 28

*BM 01*

Cota fotogrametría Z = 3815.4  
Cota Levantamiento

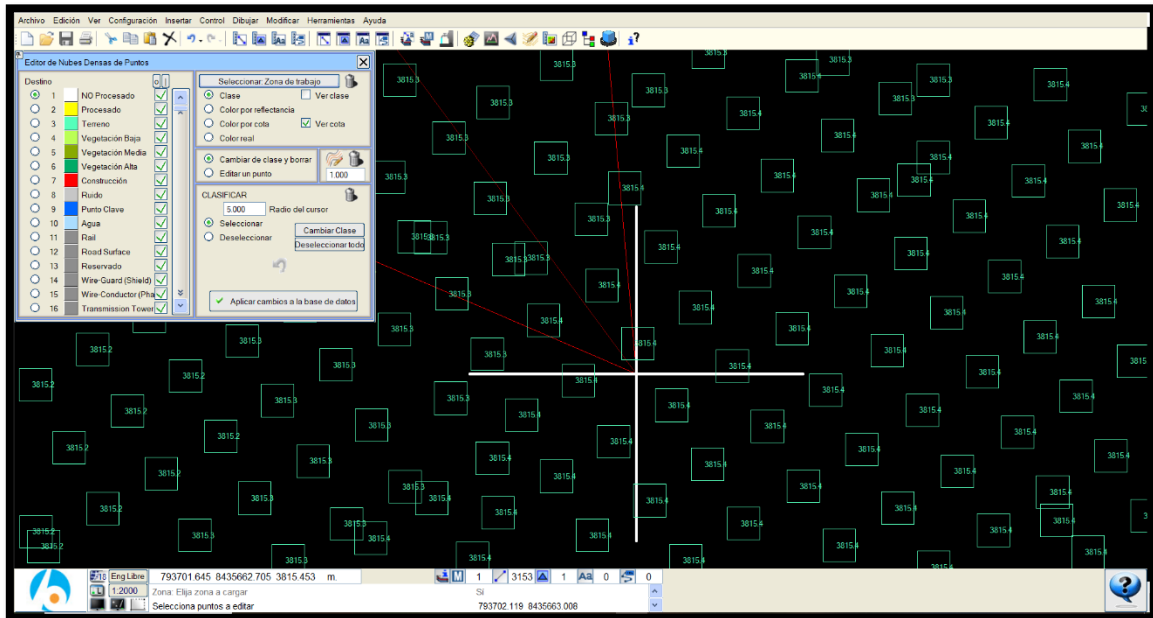


Figura: 29

BM 02

Cota fotogrametría Z = 3823.4  
Cota levantamiento

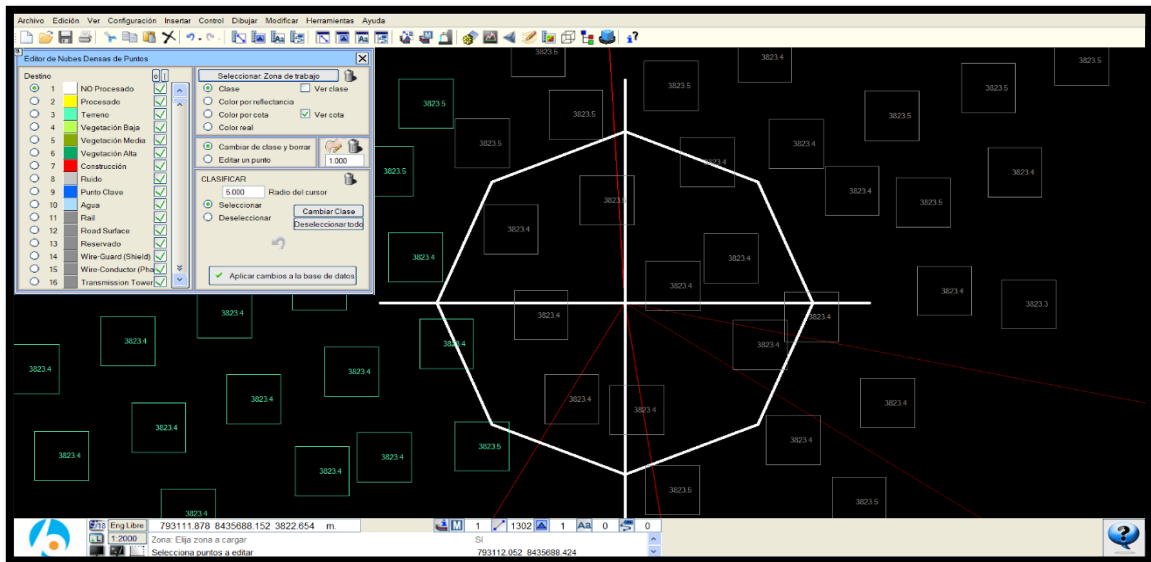


Figura: 30

BM 03

Cota fotogrametría Z = 3827.5  
Cota Levantamiento

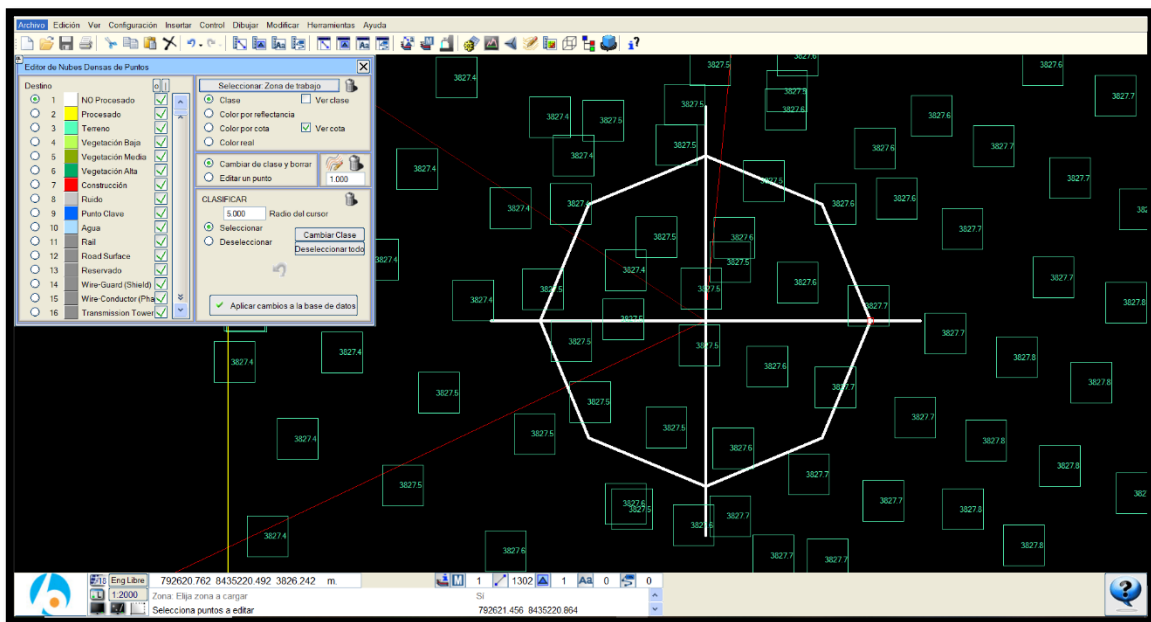


Figura: 31

BM 04

Cota fotogrametría Z = 3848.0  
Cota Levantamiento

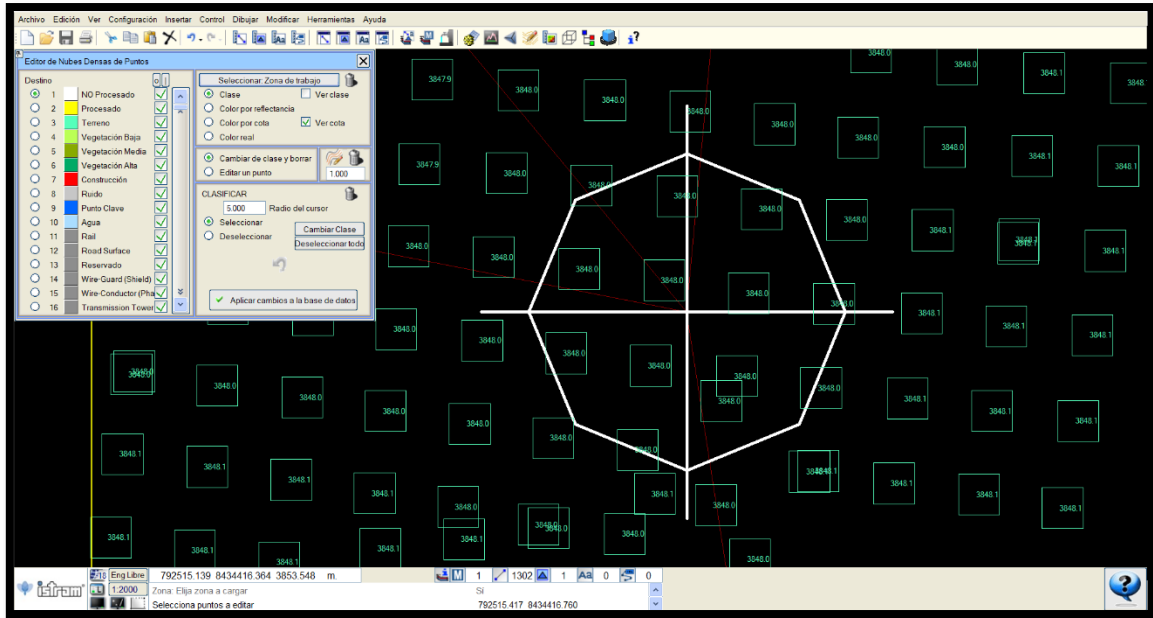


Figura :32

BM 05

Cota fotogrametría Z = 3853.9  
Cota Levantamiento

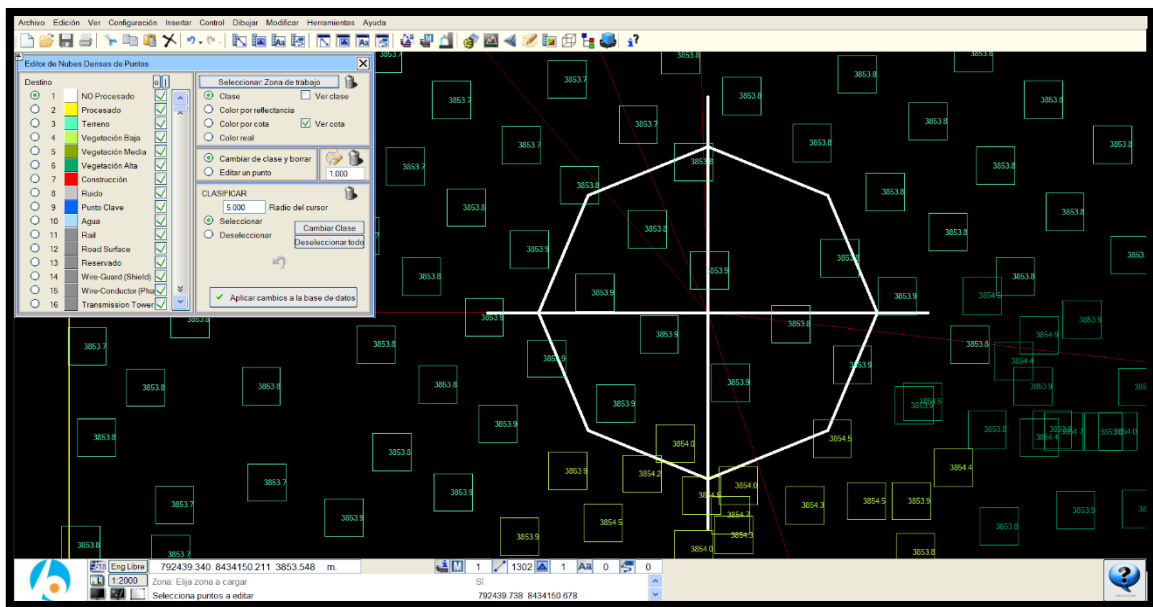






Figura :34

**MAPA DE UBICACION**

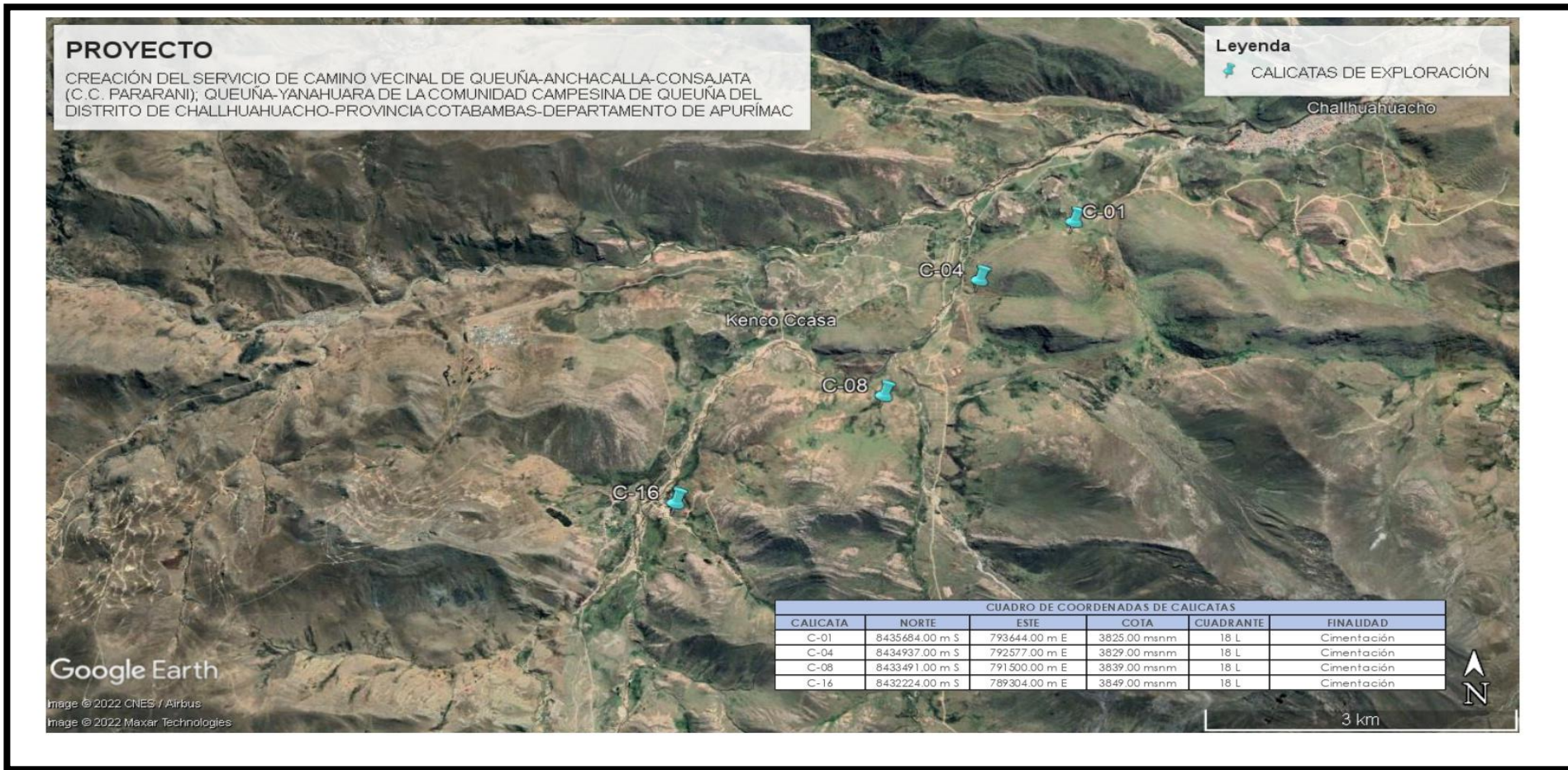




Figura :36

Secciones Transversales Tramo 0+520 al 1+020

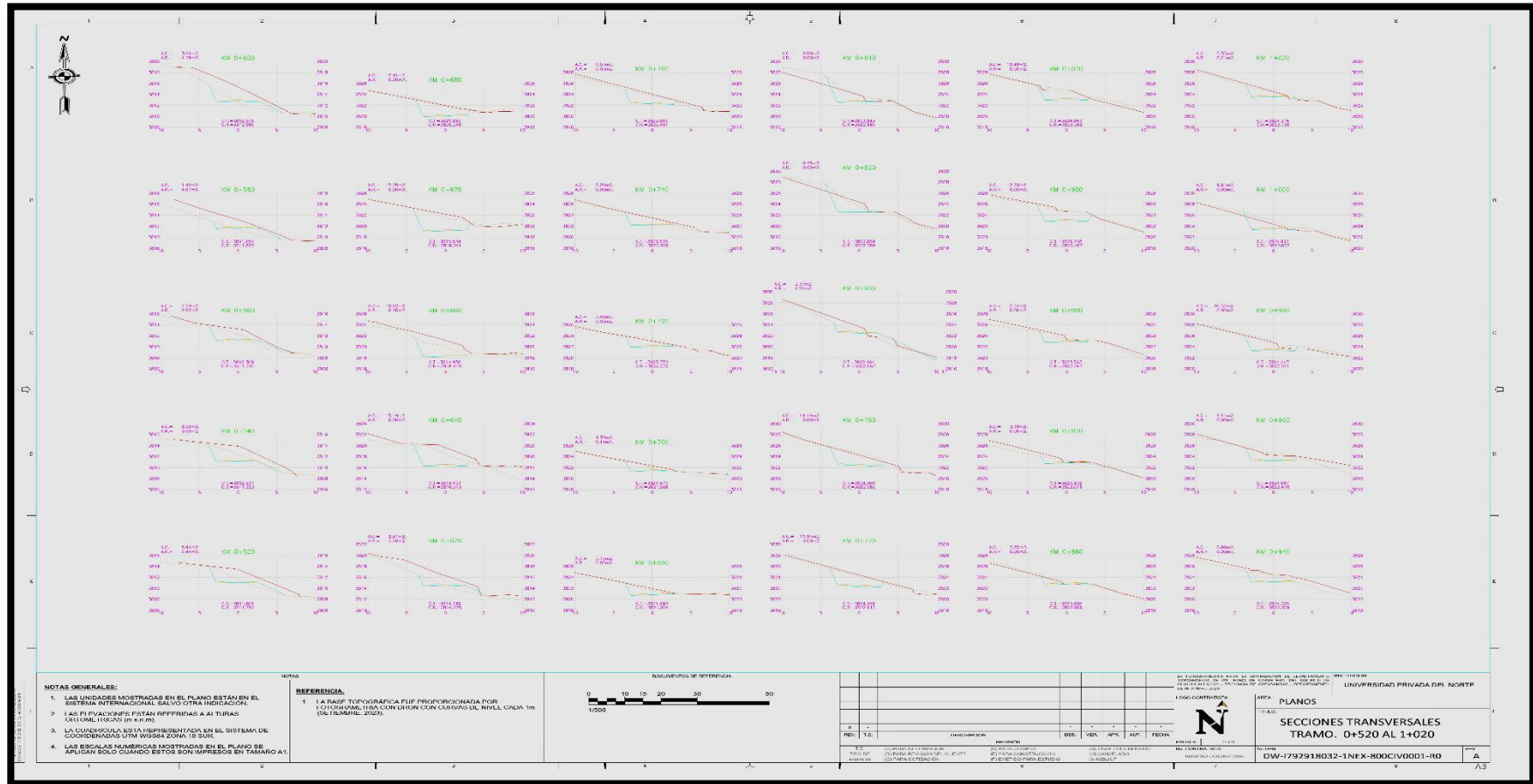


Figura :37

Secciones Transversales Tramo 1+040 al 1+520

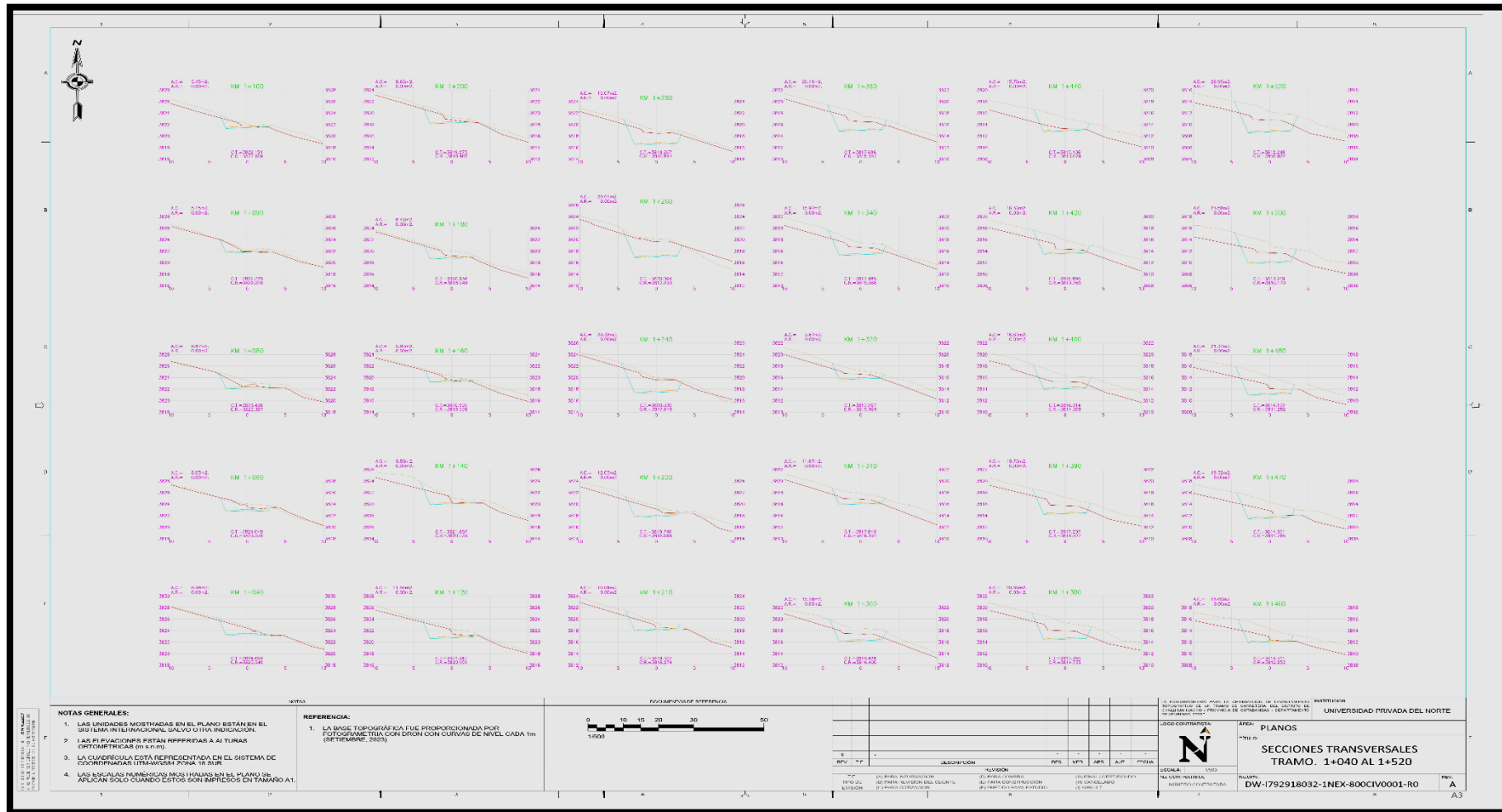


Figura :38

Secciones Transversales Tramo 1+540 al 2+170

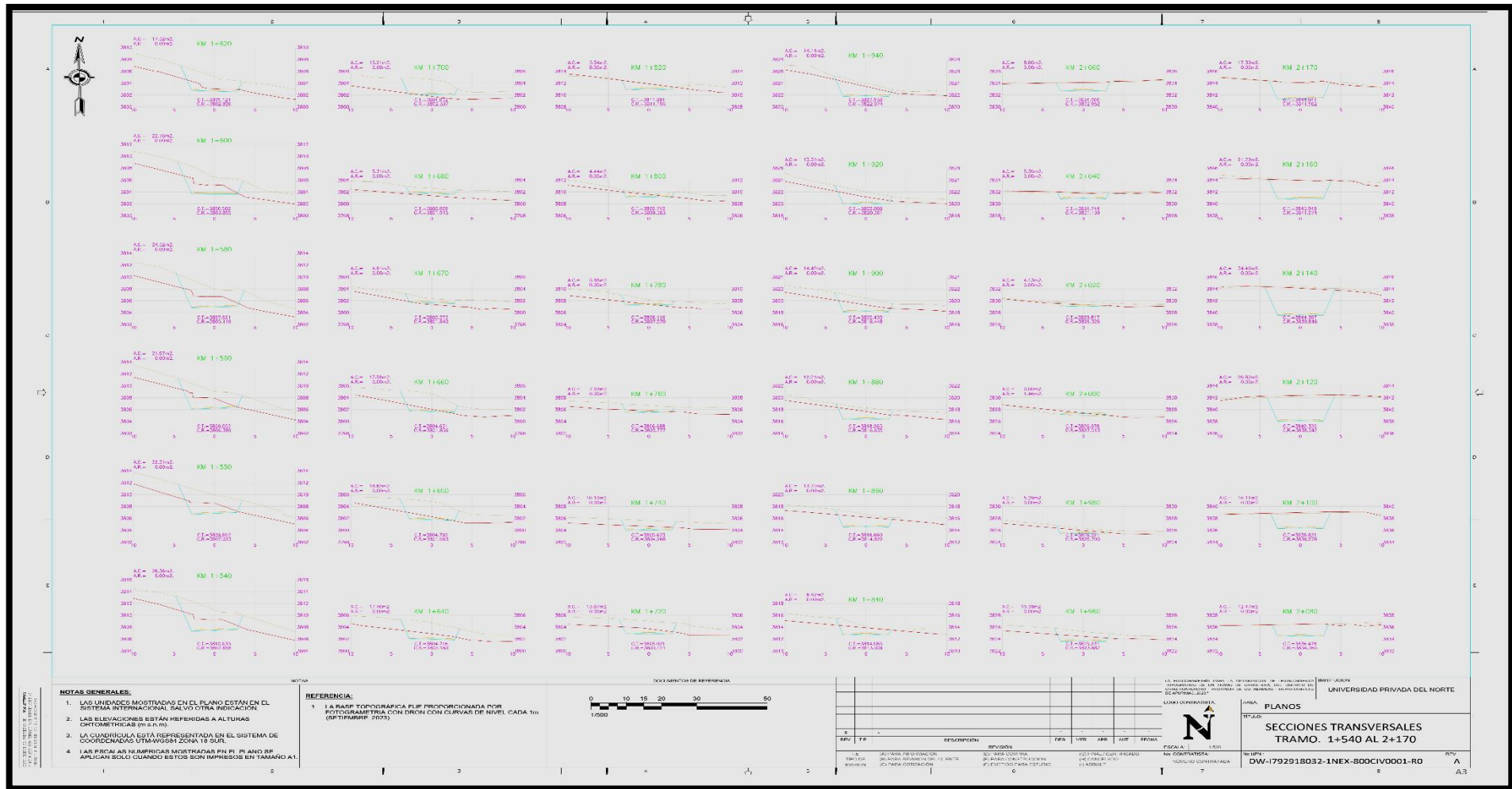


Figura :39

Secciones Transversales Tramo 2+180 al 2+660

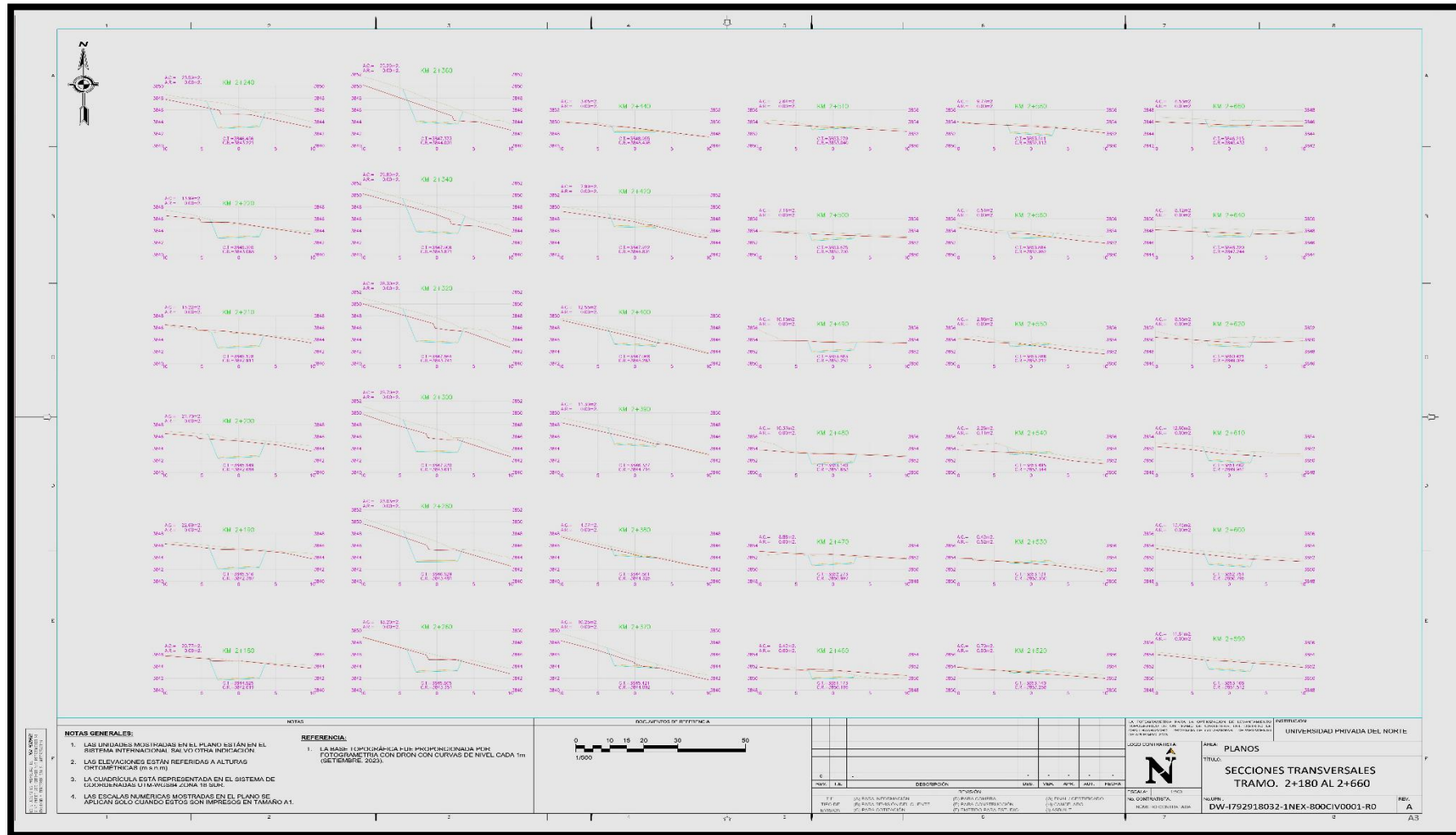






Figura :41

Perfil Longitudinal Tramo 0+000 al 1+000

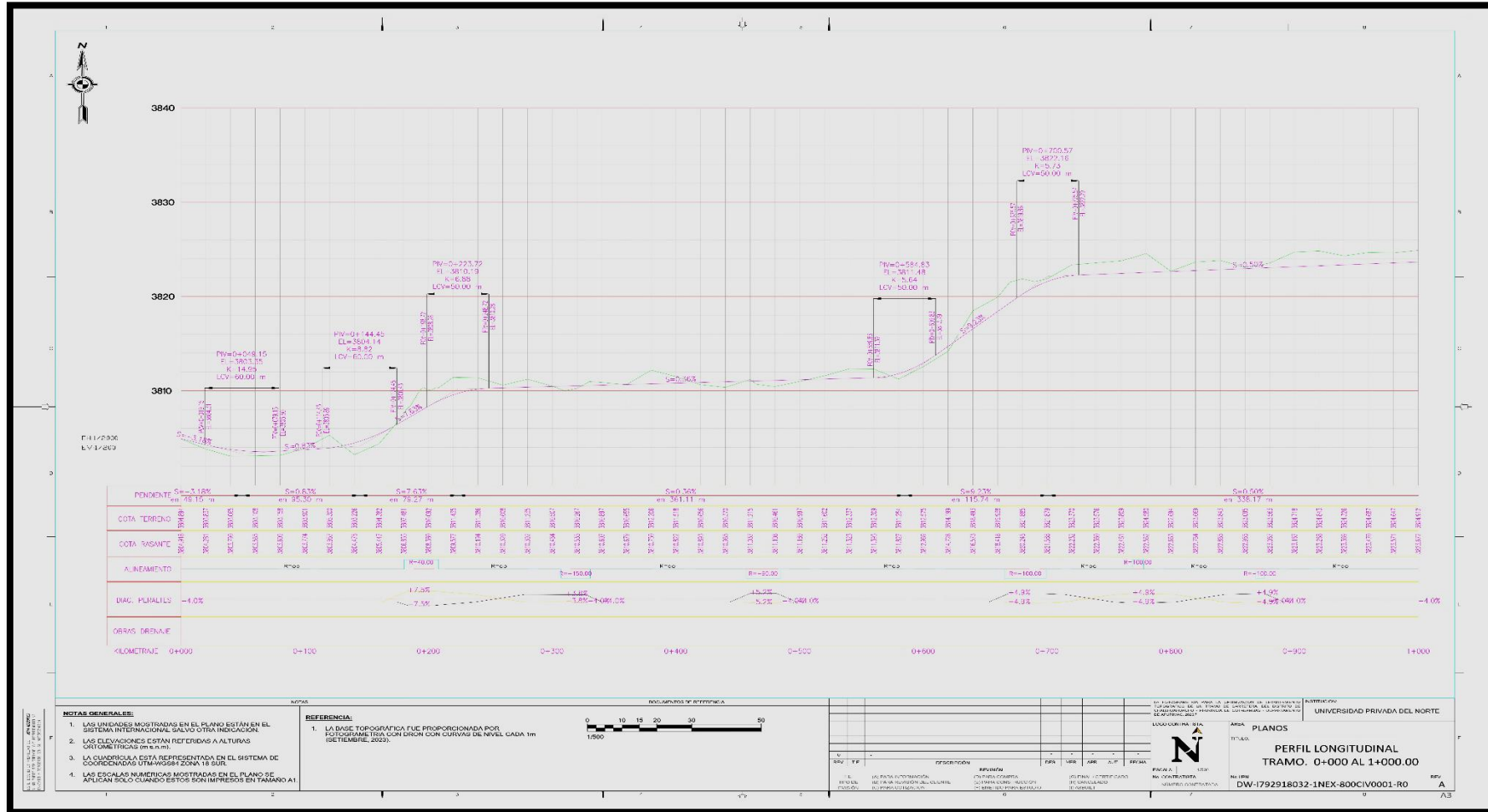


Figura :42

Perfil Longitudinal Tramo 1+000 al 2+000

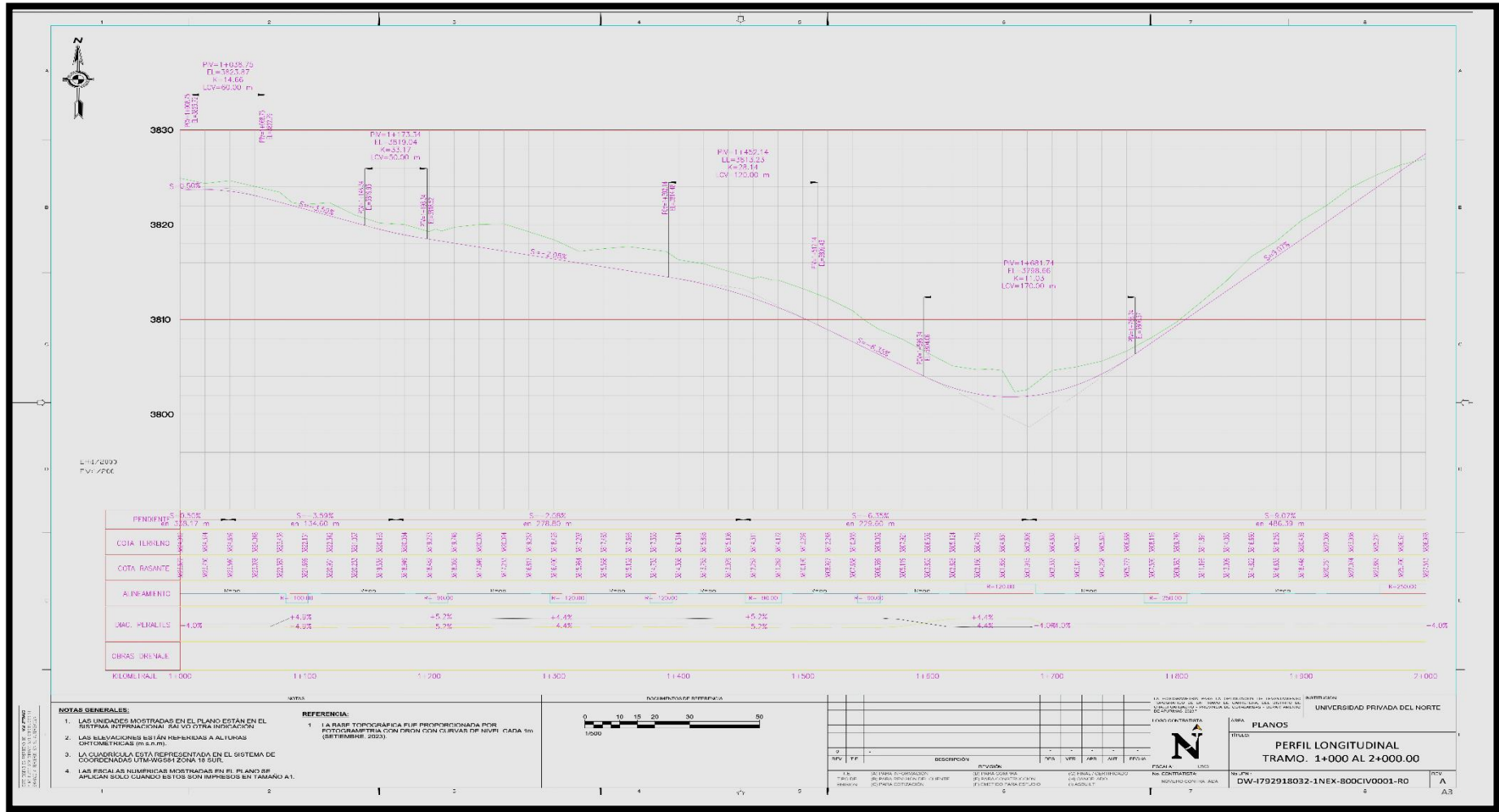
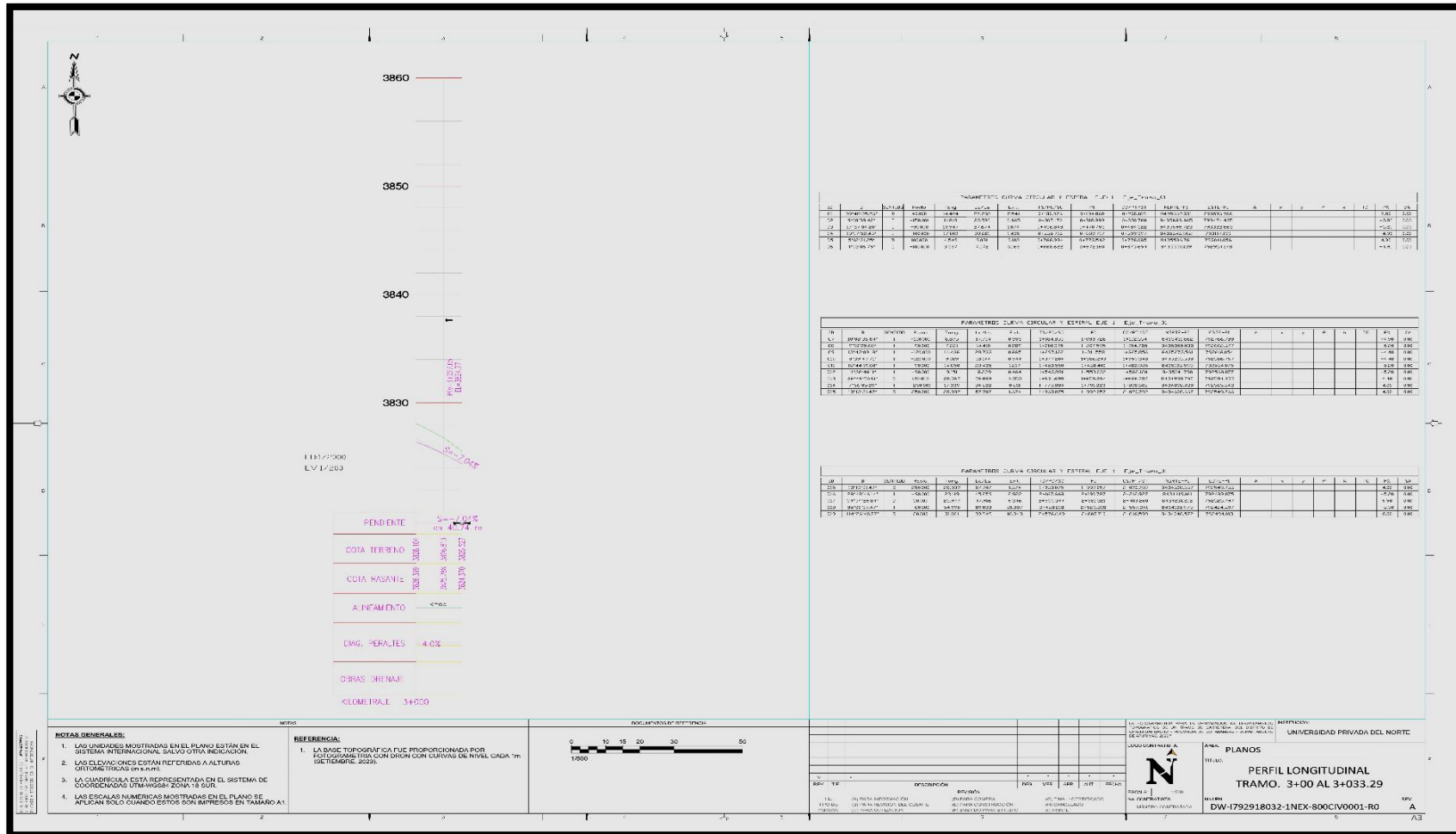




Figura :44

Perfil Longitudinal Tramo 3+000 al 3+033.29



## 6.2. Anexo 3

### 6.2.1. Tabla de Metrado de movimiento de tierras tradicional y con fotogrametría.

Tabla 23

*Tabla 23 Metrado de movimiento de tierras tradicional*

PERFIL	CORTE			RELLENO		
	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
00+000.00	1.77	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0
00+020.00	0.65	24.20	24.2	0.08	0.80	0.8
00+040.00	0.89	15.40	39.6	0.41	4.90	5.7
00+060.00	1.40	22.90	62.5	0.00	4.10	9.8
00+080.00	2.27	36.70	99.2	0.00	0.00	9.8
00+100.00	3.96	62.30	161.5	0.00	0.00	9.8
00+120.00	9.97	139.30	300.8	0.00	0.00	9.8
00+130.00	5.09	75.30	376.1	0.00	0.00	9.8
00+140.00	0.23	26.60	402.7	2.96	14.80	24.6
00+150.00	0.33	2.80	405.5	4.50	37.30	61.9
00+160.00	0.91	6.20	411.7	0.14	23.20	85.1
00+170.00	3.01	19.60	431.3	0.00	0.70	85.8
00+180.00	11.88	74.45	505.8	0.00	0.00	85.8
00+190.00	20.21	160.45	666.2	0.00	0.00	85.8
00+200.00	27.65	239.30	905.5	0.00	0.00	85.8
00+210.00	23.55	256.00	1,161.5	0.00	0.00	85.8
00+220.00	18.66	211.05	1,372.6	0.00	0.00	85.8
00+230.00	15.33	169.95	1,542.5	0.00	0.00	85.8
00+240.00	12.69	140.10	1,682.6	0.00	0.00	85.8
00+260.00	17.68	303.70	1,986.3	0.00	0.00	85.8
00+280.00	23.17	408.50	2,394.8	0.00	0.00	85.8
00+300.00	17.66	408.30	2,803.1	0.00	0.00	85.8
00+310.00	8.93	132.95	2,936.1	0.02	0.10	85.9
00+320.00	7.28	81.05	3,017.1	0.00	0.10	86.0
00+340.00	12.62	199.00	3,216.1	0.00	0.00	86.0
00+360.00	15.40	280.20	3,496.3	0.00	0.00	86.0
00+380.00	19.83	352.30	3,848.6	0.00	0.00	86.0
00+400.00	15.46	352.90	4,201.5	0.00	0.00	86.0
00+420.00	7.29	227.50	4,429.0	0.00	0.00	86.0
00+440.00	4.99	122.80	4,551.8	0.00	0.00	86.0
00+460.00	6.16	111.50	4,663.3	0.00	0.00	86.0
00+470.00	6.68	64.20	4,727.5	0.00	0.00	86.0
00+480.00	8.02	73.50	4,801.0	0.00	0.00	86.0
00+500.00	9.34	173.60	4,974.6	0.00	0.00	86.0

00+520.00	14.84	241.80	5,216.4	0.00	0.00	86.0
00+540.00	17.48	323.20	5,539.6	0.00	0.00	86.0
00+560.00	12.92	304.00	5,843.6	0.00	0.00	86.0
00+580.00	11.16	240.80	6,084.4	0.00	0.00	86.0
00+600.00	20.47	316.30	6,400.7	0.00	0.00	86.0
00+620.00	14.03	345.00	6,745.7	0.00	0.00	86.0
00+640.00	22.37	364.00	7,109.7	0.00	0.00	86.0
00+660.00	21.37	437.40	7,547.1	0.00	0.00	86.0
00+670.00	21.61	214.90	7,762.0	0.00	0.00	86.0
00+680.00	13.81	177.10	7,939.1	0.00	0.00	86.0
00+690.00	7.96	108.85	8,048.0	0.00	0.00	86.0
00+700.00	6.44	72.00	8,120.0	0.00	0.00	86.0
00+720.00	7.21	136.50	8,256.5	0.00	0.00	86.0
00+740.00	9.51	167.20	8,423.7	0.00	0.00	86.0
00+760.00	12.73	222.40	8,646.1	0.00	0.00	86.0
00+770.00	14.94	138.35	8,784.4	0.00	0.00	86.0
00+780.00	13.32	141.30	8,925.7	0.00	0.00	86.0
00+800.00	8.55	218.70	9,144.4	1.16	11.60	97.6
00+820.00	11.98	205.30	9,349.7	0.00	11.60	109.2
00+840.00	8.39	203.70	9,553.4	0.00	0.00	109.2
00+860.00	2.97	113.60	9,667.0	0.04	0.40	109.6
00+870.00	4.53	37.50	9,704.5	0.00	0.20	109.8
00+880.00	7.00	57.65	9,762.2	0.00	0.00	109.8
00+900.00	14.33	213.30	9,975.5	0.00	0.00	109.8
00+920.00	9.83	241.60	10,217.1	0.00	0.00	109.8
00+940.00	10.75	205.80	10,422.9	0.00	0.00	109.8
00+960.00	8.72	194.70	10,617.6	0.00	0.00	109.8
00+980.00	9.47	181.90	10,799.5	0.00	0.00	109.8
01+000.00	6.69	161.60	10,961.1	0.05	0.50	110.3
01+020.00	7.48	141.70	11,102.8	0.31	3.60	113.9
01+040.00	7.55	150.30	11,253.1	0.00	3.10	117.0
01+060.00	7.17	147.20	11,400.3	0.00	0.00	117.0
01+080.00	5.20	123.70	11,524.0	0.00	0.00	117.0
01+090.00	3.79	44.95	11,568.9	0.18	0.90	117.9
01+100.00	3.81	38.00	11,606.9	0.00	0.90	118.8
01+120.00	8.98	127.90	11,734.8	0.00	0.00	118.8
01+140.00	7.25	162.30	11,897.1	0.00	0.00	118.8
01+160.00	4.29	115.40	12,012.5	0.00	0.00	118.8
01+180.00	5.60	98.90	12,111.4	0.00	0.00	118.8
01+200.00	6.18	117.80	12,229.2	0.00	0.00	118.8
01+210.00	6.76	64.70	12,293.9	0.00	0.00	118.8
01+220.00	9.39	80.75	12,374.7	0.00	0.00	118.8
01+240.00	18.84	282.30	12,657.0	0.00	0.00	118.8
01+260.00	20.50	393.40	13,050.4	0.00	0.00	118.8

01+280.00	15.48	359.80	13,410.2	0.00	0.00	118.8
01+300.00	8.53	240.10	13,650.3	0.00	0.00	118.8
01+310.00	5.24	68.85	13,719.1	0.00	0.00	118.8
01+320.00	5.29	52.65	13,771.8	0.00	0.00	118.8
01+340.00	10.12	154.10	13,925.9	0.00	0.00	118.8
01+360.00	12.76	228.80	14,154.7	0.00	0.00	118.8
01+380.00	10.31	230.70	14,385.4	0.00	0.00	118.8
01+390.00	10.73	105.20	14,490.6	0.00	0.00	118.8
01+400.00	8.16	94.45	14,585.0	0.00	0.00	118.8
01+420.00	7.58	157.40	14,742.4	0.00	0.00	118.8
01+440.00	4.00	115.80	14,858.2	0.00	0.00	118.8
01+460.00	5.56	95.60	14,953.8	0.01	0.10	118.9
01+470.00	8.44	70.00	15,023.8	0.00	0.05	119.0
01+480.00	11.04	97.40	15,121.2	0.00	0.00	119.0
01+500.00	12.69	237.30	15,358.5	0.00	0.00	119.0
01+520.00	14.78	274.70	15,633.2	0.00	0.00	119.0
01+540.00	12.43	272.10	15,905.3	0.00	0.00	119.0
01+550.00	9.70	110.65	16,016.0	0.00	0.00	119.0
01+560.00	10.32	100.10	16,116.1	0.00	0.00	119.0
01+580.00	12.17	224.90	16,341.0	0.00	0.00	119.0
01+600.00	10.48	226.50	16,567.5	0.00	0.00	119.0
01+620.00	5.01	154.90	16,722.4	0.00	0.00	119.0
01+630.00	5.49	52.50	16,774.9	0.00	0.00	119.0
01+640.00	6.07	57.80	16,832.7	0.00	0.00	119.0
01+650.00	3.45	47.60	16,880.3	0.00	0.00	119.0
01+660.00	2.79	31.20	16,911.5	0.13	0.65	119.6
01+670.00	0.15	14.70	16,926.2	1.53	8.30	127.9
01+680.00	0.00	0.75	16,926.9	2.04	17.85	145.8
01+690.00	0.00	0.00	16,926.9	2.53	22.85	168.6
01+700.00	0.18	0.90	16,927.8	2.11	23.20	191.8
01+720.00	5.44	56.20	16,984.0	0.00	21.10	212.9
01+740.00	4.24	96.80	17,080.8	0.00	0.00	212.9
01+760.00	0.00	42.40	17,123.2	0.00	0.00	212.9
01+780.00	1.10	11.00	17,134.2	0.67	6.70	219.6
01+790.00	1.60	13.50	17,147.7	0.31	4.90	224.5
01+800.00	2.62	21.10	17,168.8	0.01	1.60	226.1
01+820.00	6.18	88.00	17,256.8	0.00	0.10	226.2
01+840.00	7.71	138.90	17,395.7	0.00	0.00	226.2
01+860.00	11.14	188.50	17,584.2	0.00	0.00	226.2
01+880.00	8.84	199.80	17,784.0	0.00	0.00	226.2
01+900.00	7.63	164.70	17,948.7	0.00	0.00	226.2
01+920.00	8.18	158.10	18,106.8	0.00	0.00	226.2
01+940.00	11.38	195.60	18,302.4	0.00	0.00	226.2
01+960.00	5.14	165.20	18,467.6	0.00	0.00	226.2

01+970.00	5.01	50.75	18,518.4	0.00	0.00	226.2
01+980.00	3.16	40.85	18,559.2	0.00	0.00	226.2
01+990.00	0.88	20.20	18,579.4	0.07	0.35	226.6
02+000.00	0.93	9.05	18,588.5	0.10	0.85	227.4
02+010.00	1.20	10.65	18,599.1	0.04	0.70	228.1
02+020.00	1.60	14.00	18,613.1	0.00	0.20	228.3
02+040.00	6.23	78.30	18,691.4	0.00	0.00	228.3
02+060.00	9.54	157.70	18,849.1	0.00	0.00	228.3
02+080.00	13.71	232.50	19,081.6	0.00	0.00	228.3
02+100.00	18.95	326.60	19,408.2	0.00	0.00	228.3
02+120.00	32.81	517.60	19,925.8	0.00	0.00	228.3
02+140.00	34.67	674.80	20,600.6	0.00	0.00	228.3
02+160.00	22.55	572.20	21,172.8	0.00	0.00	228.3
02+170.00	20.16	213.55	21,386.4	0.00	0.00	228.3
02+180.00	21.42	207.90	21,594.3	0.00	0.00	228.3
02+190.00	22.40	219.10	21,813.4	0.00	0.00	228.3
02+200.00	19.66	210.30	22,023.7	0.00	0.00	228.3
02+220.00	16.02	356.80	22,380.5	0.00	0.00	228.3
02+240.00	16.38	324.00	22,704.5	0.00	0.00	228.3
02+250.00	17.44	169.10	22,873.6	0.00	0.00	228.3
02+260.00	17.09	172.65	23,046.2	0.00	0.00	228.3
02+280.00	17.79	348.80	23,395.0	0.00	0.00	228.3
02+300.00	19.20	369.90	23,764.9	0.00	0.00	228.3
02+320.00	21.58	407.80	24,172.7	0.00	0.00	228.3
02+340.00	21.44	430.20	24,602.9	0.00	0.00	228.3
02+360.00	14.54	359.80	24,962.7	0.00	0.00	228.3
02+370.00	5.25	98.95	25,061.7	0.00	0.00	228.3
02+380.00	2.79	40.20	25,101.9	0.00	0.00	228.3
02+390.00	7.46	51.25	25,153.1	0.00	0.00	228.3
02+400.00	9.25	83.55	25,236.7	0.00	0.00	228.3
02+420.00	5.64	148.90	25,385.6	0.00	0.00	228.3
02+430.00	3.68	46.60	25,432.2	0.05	0.25	228.6
02+440.00	4.31	39.95	25,472.1	0.00	0.25	228.8
02+460.00	8.95	132.60	25,604.7	0.00	0.00	228.8
02+470.00	11.45	102.00	25,706.7	0.00	0.00	228.8
02+480.00	10.95	112.00	25,818.7	0.00	0.00	228.8
02+490.00	10.44	106.95	25,925.7	0.00	0.00	228.8
02+500.00	5.46	79.50	26,005.2	0.00	0.00	228.8
02+510.00	1.71	35.85	26,041.0	0.04	0.20	229.0
02+520.00	0.39	10.50	26,051.5	1.28	6.60	235.6
02+530.00	0.33	3.60	26,055.1	1.38	13.30	248.9
02+540.00	0.78	5.55	26,060.7	1.75	15.65	264.6
02+560.00	3.84	46.20	26,106.9	0.00	17.50	282.1
02+570.00	6.99	54.15	26,161.0	0.00	0.00	282.1



02+580.00	8.95	79.70	26,240.7	0.00	0.00	282.1
02+590.00	10.18	95.65	26,336.4	0.00	0.00	282.1
02+600.00	9.98	100.80	26,437.2	0.00	0.00	282.1
02+620.00	5.01	149.90	26,587.1	0.00	0.00	282.1
02+640.00	4.15	91.60	26,678.7	0.00	0.00	282.1
02+660.00	2.34	64.90	26,743.6	0.00	0.00	282.1
02+680.00	0.87	32.10	26,775.7	0.00	0.00	282.1
02+700.00	0.00	8.70	26,784.4	1.92	19.20	301.3
02+720.00	0.00	0.00	26,784.4	2.05	39.70	341.0
02+740.00	0.00	0.00	26,784.4	4.55	66.00	407.0
02+760.00	0.00	0.00	26,784.4	1.32	58.70	465.7
02+780.00	2.92	29.20	26,813.6	0.00	13.20	478.9
02+800.00	4.02	69.40	26,883.0	0.00	0.00	478.9
02+820.00	1.45	54.70	26,937.7	0.00	0.00	478.9
02+840.00	0.09	15.40	26,953.1	0.15	1.50	480.4
02+860.00	0.23	3.2	26956.25	0.22	3.70	484.05
02+880.00	2.05	22.8	26979.05	0.00	2.20	486.25
02+890.00	2.37	22.1	27001.15	0.00	0.00	486.25
02+900.00	0.55	14.6	27015.75	0.00	0.00	486.25
02+920.00	0.15	7	27022.75	0.59	5.90	492.15
02+940.00	0.45	6	27028.75	0.05	6.40	498.55
02+960.00	1.77	22.2	27050.95	0.00	0.50	499.05
02+980.00	3.71	54.8	27105.75	0.00	0.00	499.05
03+004.95	7.43	138.9715	27244.7215	0.00	0.00	499.05
03+020.00	4.00	86.01075	27330.73225	0.00	0.00	499.05
03+028.44	<b>2.41</b>	<b>27.0502</b>	<b>27357.78245</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>499.05</b>

Tabla 24

Tabla 24 *Metrado de movimiento de tierras con la fotogrametría*

PERFIL	CORTE			RELLENO		
	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
0.000	1.085	0.00	0.0	0.503	0.00	0.0
20.000	0.278	13.63	13.6	0.845	13.48	13.5
40.000	0.000	2.78	16.4	2.634	34.79	48.3
60.000	0.000	0.00	16.4	1.439	40.73	89.0
80.000	0.065	0.65	17.1	1.441	28.80	117.8
100.000	1.894	19.59	36.6	0.000	14.41	132.2
120.000	12.671	145.65	182.3	0.000	0.00	132.2
140.000	0.000	126.71	309.0	6.606	66.06	198.3
160.000	0.000	0.00	309.0	7.264	138.69	337.0
180.000	4.346	43.46	352.5	0.000	72.64	409.6
190.000	11.256	84.03	436.5	0.000	0.00	409.6
200.000	12.154	136.68	573.2	0.000	0.00	409.6
220.000	16.220	270.62	843.8	0.000	0.00	409.6
240.000	8.281	245.01	1,088.8	0.000	0.00	409.6
260.000	3.307	115.88	1,204.7	0.027	0.27	409.9
280.000	7.195	105.03	1,309.7	0.244	2.71	412.6
300.000	4.356	115.51	1,425.2	2.196	24.40	437.0
310.000	1.118	27.37	1,452.6	3.625	29.11	466.1
320.000	2.001	15.59	1,468.2	3.215	34.20	500.3
330.000	3.729	28.65	1,496.8	1.840	25.28	525.6
340.000	3.283	35.06	1,531.9	2.860	23.50	549.1
360.000	2.709	59.92	1,591.8	2.034	48.94	598.0
380.000	10.860	135.69	1,727.5	0.000	20.34	618.3
400.000	7.250	181.10	1,908.6	1.883	18.83	637.2
420.000	1.446	86.96	1,995.6	2.447	43.29	680.5
440.000	0.965	24.11	2,019.7	5.816	82.63	763.1
460.000	3.188	41.53	2,061.2	3.937	97.53	860.6
470.000	1.514	21.08	2,082.3	5.379	43.92	904.5
480.000	1.661	17.29	2,099.6	7.135	64.34	968.9
500.000	2.699	43.61	2,143.2	2.444	95.79	1,064.7
520.000	5.944	86.43	2,229.6	2.408	48.52	1,113.2
540.000	8.593	145.37	2,375.0	0.685	30.94	1,144.1
560.000	7.586	161.80	2,536.8	2.016	27.01	1,171.1
580.000	1.420	90.07	2,626.8	4.074	60.90	1,232.0
600.000	3.612	50.33	2,677.2	4.294	83.68	1,315.7
620.000	2.811	64.24	2,741.4	3.676	79.71	1,395.4
640.000	15.192	180.03	2,921.4	0.000	36.76	1,432.2

660.000	10.822	260.14	3,181.6	0.000	0.00	1,432.2
670.000	17.352	140.87	3,322.5	0.000	0.00	1,432.2
680.000	12.410	148.81	3,471.3	0.000	0.00	1,432.2
690.000	5.749	90.79	3,562.1	0.000	0.00	1,432.2
700.000	4.348	50.48	3,612.5	0.152	0.76	1,432.9
720.000	7.401	117.48	3,730.0	0.000	1.52	1,434.5
740.000	8.281	156.82	3,886.8	0.000	0.00	1,434.5
760.000	9.573	178.54	4,065.4	0.000	0.00	1,434.5
770.000	11.975	107.74	4,173.1	0.000	0.00	1,434.5
780.000	14.193	130.84	4,304.0	0.000	0.00	1,434.5
800.000	2.375	165.68	4,469.6	4.240	42.40	1,476.9
820.000	9.452	118.27	4,587.9	0.000	42.40	1,519.3
840.000	9.804	192.56	4,780.5	0.000	0.00	1,519.3
860.000	2.750	125.54	4,906.0	0.050	0.50	1,519.8
870.000	3.186	29.68	4,935.7	0.061	0.56	1,520.3
880.000	5.542	43.64	4,979.3	0.000	0.31	1,520.6
900.000	12.331	178.73	5,158.1	0.000	0.00	1,520.6
920.000	10.494	228.25	5,386.3	0.000	0.00	1,520.6
940.000	6.988	174.82	5,561.1	0.000	0.00	1,520.6
960.000	9.113	161.00	5,722.1	0.000	0.00	1,520.6
980.000	10.526	196.39	5,918.5	0.000	0.00	1,520.6
1,000.000	9.607	201.33	6,119.9	0.000	0.00	1,520.6
1,020.000	5.349	149.55	6,269.4	0.213	2.13	1,522.8
1,040.000	8.475	138.24	6,407.6	0.000	2.13	1,524.9
1,060.000	8.034	165.09	6,572.7	0.000	0.00	1,524.9
1,080.000	8.967	170.01	6,742.7	0.000	0.00	1,524.9
1,090.000	5.150	70.59	6,813.3	0.000	0.00	1,524.9
1,100.000	5.454	53.02	6,866.4	0.000	0.00	1,524.9
1,120.000	11.552	170.06	7,036.4	0.000	0.00	1,524.9
1,140.000	9.828	213.79	7,250.2	0.000	0.00	1,524.9
1,160.000	5.889	157.17	7,407.4	0.000	0.00	1,524.9
1,180.000	8.416	143.06	7,550.4	0.000	0.00	1,524.9
1,200.000	8.647	170.64	7,721.1	0.000	0.00	1,524.9
1,210.000	10.085	99.61	7,820.7	0.000	0.00	1,524.9
1,220.000	12.033	110.59	7,931.3	0.000	0.00	1,524.9
1,240.000	20.316	323.50	8,254.8	0.000	0.00	1,524.9
1,260.000	20.607	409.24	8,664.0	0.000	0.00	1,524.9
1,280.000	19.069	396.76	9,060.8	0.000	0.00	1,524.9
1,300.000	15.156	342.24	9,403.0	0.000	0.00	1,524.9
1,310.000	11.674	134.15	9,537.2	0.000	0.00	1,524.9
1,320.000	9.673	106.74	9,643.9	0.000	0.00	1,524.9
1,340.000	15.967	256.40	9,900.3	0.000	0.00	1,524.9
1,360.000	20.111	360.78	10,261.1	0.000	0.00	1,524.9

1,380.000	20.891	410.02	10,671.1	0.000	0.00	1,524.9
1,390.000	19.732	203.12	10,874.2	0.000	0.00	1,524.9
1,400.000	16.875	183.03	11,057.2	0.000	0.00	1,524.9
1,420.000	16.318	331.93	11,389.2	0.000	0.00	1,524.9
1,440.000	15.703	320.21	11,709.4	0.000	0.00	1,524.9
1,460.000	15.603	309.01	12,018.4	0.000	0.00	1,524.9
1,470.000	19.319	176.14	12,194.5	0.000	0.00	1,524.9
1,480.000	21.371	201.02	12,395.6	0.000	0.00	1,524.9
1,500.000	23.576	449.47	12,845.0	0.000	0.00	1,524.9
1,520.000	26.945	505.21	13,350.2	0.000	0.00	1,524.9
1,540.000	26.363	533.09	13,883.3	0.000	0.00	1,524.9
1,550.000	22.308	241.92	14,125.2	0.000	0.00	1,524.9
1,560.000	21.970	222.30	14,347.5	0.000	0.00	1,524.9
1,580.000	24.325	462.95	14,810.5	0.000	0.00	1,524.9
1,600.000	22.784	471.09	15,281.6	0.000	0.00	1,524.9
1,620.000	17.321	401.06	15,682.6	0.000	0.00	1,524.9
1,640.000	17.461	347.82	16,030.5	0.000	0.00	1,524.9
1,650.000	18.620	180.40	16,210.9	0.000	0.00	1,524.9
1,660.000	17.575	180.98	16,391.8	0.000	0.00	1,524.9
1,670.000	4.913	112.44	16,504.3	0.000	0.00	1,524.9
1,680.000	5.315	51.14	16,555.4	0.000	0.00	1,524.9
1,700.000	15.209	205.24	16,760.7	0.000	0.00	1,524.9
1,720.000	13.870	290.78	17,051.4	0.000	0.00	1,524.9
1,740.000	10.102	239.72	17,291.2	0.000	0.00	1,524.9
1,760.000	7.028	171.30	17,462.5	0.000	0.00	1,524.9
1,780.000	5.879	129.07	17,591.5	0.000	0.00	1,524.9
1,800.000	4.443	103.22	17,694.8	0.000	0.00	1,524.9
1,820.000	5.539	99.82	17,794.6	0.000	0.00	1,524.9
1,840.000	9.622	151.60	17,946.2	0.000	0.00	1,524.9
1,860.000	13.725	233.46	18,179.6	0.000	0.00	1,524.9
1,880.000	12.213	259.38	18,439.0	0.000	0.00	1,524.9
1,900.000	14.423	266.36	18,705.4	0.000	0.00	1,524.9
1,920.000	13.307	277.30	18,982.7	0.000	0.00	1,524.9
1,940.000	14.136	274.43	19,257.1	0.000	0.00	1,524.9
1,960.000	10.392	245.28	19,502.4	0.000	0.00	1,524.9
1,980.000	5.285	156.77	19,659.1	0.000	0.00	1,524.9
2,000.000	0.000	52.86	19,712.0	1.464	14.64	1,539.5
2,020.000	4.125	41.26	19,753.3	0.000	14.64	1,554.2
2,040.000	5.393	95.18	19,848.4	0.000	0.00	1,554.2
2,060.000	8.597	139.90	19,988.3	0.000	0.00	1,554.2
2,080.000	12.471	210.68	20,199.0	0.000	0.00	1,554.2
2,100.000	16.105	285.76	20,484.8	0.000	0.00	1,554.2
2,120.000	29.823	459.28	20,944.1	0.000	0.00	1,554.2

2,140.000	34.396	642.18	21,586.2	0.000	0.00	1,554.2
2,160.000	21.294	556.89	22,143.1	0.000	0.00	1,554.2
2,170.000	17.386	193.40	22,336.5	0.000	0.00	1,554.2
2,180.000	20.771	187.03	22,523.6	0.000	0.00	1,554.2
2,190.000	22.695	218.81	22,742.4	0.000	0.00	1,554.2
2,200.000	21.695	223.22	22,965.6	0.000	0.00	1,554.2
2,210.000	15.222	182.84	23,148.4	0.000	0.00	1,554.2
2,220.000	13.994	146.08	23,294.5	0.000	0.00	1,554.2
2,240.000	23.593	375.87	23,670.4	0.000	0.00	1,554.2
2,260.000	18.197	417.90	24,088.3	0.000	0.00	1,554.2
2,280.000	23.032	412.29	24,500.6	0.000	0.00	1,554.2
2,300.000	25.696	487.27	24,987.8	0.000	0.00	1,554.2
2,320.000	28.298	539.93	25,527.8	0.000	0.00	1,554.2
2,340.000	29.893	581.91	26,109.7	0.000	0.00	1,554.2
2,360.000	25.292	551.86	26,661.5	0.000	0.00	1,554.2
2,370.000	10.245	185.88	26,847.4	0.000	0.00	1,554.2
2,380.000	4.374	61.65	26,909.1	0.000	0.00	1,554.2
2,390.000	11.298	73.81	26,982.9	0.000	0.00	1,554.2
2,400.000	12.552	126.02	27,108.9	0.000	0.00	1,554.2
2,420.000	7.990	205.43	27,314.3	0.000	0.00	1,554.2
2,440.000	3.647	116.37	27,430.7	0.000	0.00	1,554.2
2,460.000	6.425	100.72	27,531.4	0.000	0.00	1,554.2
2,470.000	8.884	76.55	27,608.0	0.000	0.00	1,554.2
2,480.000	10.372	97.66	27,705.6	0.000	0.00	1,554.2
2,490.000	10.149	102.32	27,808.0	0.000	0.00	1,554.2
2,500.000	7.156	90.93	27,898.9	0.000	0.00	1,554.2
2,510.000	2.644	48.52	27,947.4	0.000	0.00	1,554.2
2,520.000	0.791	14.96	27,962.4	0.031	0.15	1,554.3
2,530.000	0.416	5.85	27,968.2	0.524	2.72	1,557.0
2,540.000	2.259	10.77	27,979.0	0.114	3.40	1,560.4
2,550.000	2.981	24.61	28,003.6	0.002	0.67	1,561.1
2,560.000	6.512	46.95	28,050.6	0.000	0.01	1,561.1
2,580.000	9.766	161.41	28,212.0	0.000	0.00	1,561.1
2,590.000	11.615	107.90	28,319.9	0.000	0.00	1,561.1
2,600.000	13.451	124.55	28,444.4	0.000	0.00	1,561.1
2,610.000	12.600	132.18	28,576.6	0.000	0.00	1,561.1
2,620.000	8.547	104.66	28,681.3	0.000	0.00	1,561.1
2,640.000	8.117	166.64	28,847.9	0.000	0.00	1,561.1
2,660.000	6.531	146.48	28,994.4	0.000	0.00	1,561.1
2,680.000	5.988	125.19	29,119.6	0.000	0.00	1,561.1
2,700.000	3.450	94.39	29,214.0	0.000	0.00	1,561.1
2,720.000	3.377	68.28	29,282.2	0.000	0.00	1,561.1
2,740.000	1.767	51.44	29,333.7	0.000	0.00	1,561.1

2,760.000	3.968	57.35	29,391.0	0.000	0.00	1,561.1
2,780.000	8.568	125.36	29,516.4	0.000	0.00	1,561.1
2,800.000	11.128	196.96	29,713.4	0.000	0.00	1,561.1
2,820.000	8.651	197.79	29,911.1	0.000	0.00	1,561.1
2,840.000	6.447	150.98	30,062.1	0.000	0.00	1,561.1
2,860.000	6.356	128.03	30,190.2	0.000	0.00	1,561.1
2,880.000	6.734	130.90	30,321.1	0.000	0.00	1,561.1
2,900.000	8.742	154.76	30,475.8	0.000	0.00	1,561.1
2,920.000	3.881	126.24	30,602.1	0.000	0.00	1,561.1
2,940.000	5.557	94.38	30,696.4	0.000	0.00	1,561.1
2,960.000	6.398	119.55	30,816.0	0.000	0.00	1,561.1
2,980.000	9.365	157.63	30,973.6	0.000	0.00	1,561.1
3,000.000	12.346	217.11	31,190.7	0.000	0.00	1,561.1
3,020.000	11.224	235.70	31,426.4	0.000	0.00	1,561.1
<b>3,033.390</b>	<b>8.898</b>	<b>134.72</b>	<b>31,561.2</b>	<b>0.000</b>	<b>0.00</b>	<b>1,561.1</b>

Figura :45

ESPECS. TÉCNICAS DJI MAVIC 3 ENTERPRISE (3E)

<b>ESPECS. TÉCNICAS DJI MAVIC 3 ENTERPRISE (3E)</b>	
<b>PRIZMADRONES.PE</b>	
<b>Aeronave</b>	
Peso (con hélices, sin accesorios) <sup>[1]</sup>	DJI Mavic 3E: 915 g DJI Mavic 3T: 920 g
Peso máximo de despegue	DJI Mavic 3E: 1050 g DJI Mavic 3T: 1050 g
Dimensiones	Plegado (sin hélices): 221 × 96,3 × 90,3 mm (L × W × H) Desplegado (sin hélices): 347,5 × 283 × 107,7 mm (L × W × H)
Distancia Diagonal	380,1 mm
Velocidad máxima de ascenso	6 m/s (modo normal) 8 m/s (modo deportivo)
Velocidad máxima de descenso	6 m/s (modo normal) 6 m/s (modo deportivo)
Velocidad máxima de vuelo (al nivel del mar, sin viento)	15 m/s (modo normal) Adelante: 21 m/s, lateral: 20 m/s, atrás: 19 m/s (modo deportivo) <sup>[2]</sup>
Resistencia máxima a la velocidad del viento	12 m/s <sup>[2]</sup>
Altitud máxima de despegue sobre el nivel del mar	6000 m (sin carga útil)
Tiempo máximo de vuelo (sin viento)	45 minutos <sup>[3]</sup>
Max Hover Time (sin viento)	38 minutos
Distancia máxima de vuelo	32 kilómetros
Ángulo de inclinación máximo	30° (modo normal) 35° (modo deportivo)
Velocidad angular máxima	200°/segundo
GNSS	GPS+Galileo+BeiDou+GLONASS (GLONASS solo es compatible cuando el módulo RTK está habilitado)
Precisión de desplazamiento	Vertical: ±0,1 m (con sistema de visión); ±0,5 m (con GNSS); ±0,1 m (con RTK) Horizontal: ±0,3 m (con sistema de visión); ±0,5 m (con sistema de posicionamiento de alta precisión); ±0,1 m (con RTK)
Rango de temperatura de funcionamiento	-10° a 40° C (14° a 104° F)
Almacenamiento interno	N / A
modelo de motor	2008
Modelo de hélice	Hélices 9453F para empresas
Faro	Integrado en el avión